

I. A. R. I. 6.



IMPERIAL AGRICULTURAL  
RESEARCH INSTITUTE, NEW DELHI.







# **Zeitschrift**

für

# **angewandte Entomologie.**

Zugleich Organ der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie.

Herausgegeben

von

**Dr. K. Escherich,**

o ð Professor an der Universität München

**Fünftehnter Band.**



**Mit 4 Tafeln und 210 Textabbildungen.**

**BERLIN**

**VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY**

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen

SW 11, Hedemannstraße 28 u 29

1929.

**Alle Rechte, auch das der Übersetzung, vorbehalten.**

# Inhaltsverzeichnis zum fünfzehnten Band.

## I. Originalaufsätze.

Seite

Adowa, A. N., und Sebenzow, B. M., Ergebnisse der 3-jährigen Tätigkeit der hydrobiologischen Abteilung in der Erforschung der Ökologie der Anopheleslarven an den Torfgewinnungsstellen . . . . .	170
Bodenheimer, F. S., Studien zur Epidemiologie. Ökologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke ( <i>Schistocerca gregaria</i> Forsk.) (Mit 55 Abb.)	435
Bodenheimer, Dr. F. S., und Gutfeld, Dr. M., Über die Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung von <i>Pseudococcus citri</i> Risso (Rhy. Coco.) in Palästina. Eine epidemiologische Studie. (Mit 24 Abbildungen) . . . . .	67
Böning, Dr. Karl, Insekten als Überträger von Pflanzenkrankheiten . . . . .	181
Butovitsch, v. V., Zur Biologie der <i>Chimabache fagella</i> F. . . . .	178
Eidmann, H., Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren. I. Morphologischer Teil. (Mit 52 Abbildungen)	1
Kleine, R., Der Kornkäfer im lagernden Getreide . . . . .	159
Prell, Heinrich, Über die Entwicklung der Bezeichnungsweise für die Flugstämme periodisch auftretender Insekten . . . . .	558
Rhumler, L., Zur Begiftung des Kiefernspanners ( <i>Bupalus piniarius</i> L.) in der Oberförsterei Hersfeld-Ost 1926. (Mit 3 Textabbildungen) . . . . .	137
Schimitschek, Dr. Ing. Erwin, <i>Tetropium Gabrieli</i> Weise und <i>Tetropium fuscum</i> F. Ein Beitrag zu ihrer Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft. (Mit 4 Tafeln und 28 Abbildungen) . . . . .	229
Schnauer, W., Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen. (Mit 24 Abbildungen). . . . .	565
Schwerdtfeger, F., Ein Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie des Borkenkäfers <i>Pityogenes chalcographus</i> L. (Mit 17 Abbildungen). . . . .	335
Stober, Dr., Über die Wirkungsweise einiger ungiftiger Spritzmittel auf Insekten	165

## II. Kleine Mitteilungen.

Zuckerrübenschädlinge in Argentinien. Von Dr. Ortwin Günther in Media Agua (Argentinien). (Mit 1 Abbildung) . . . . .	628
Parasitäre Krankheiten von Mehlmotenlarven. Von Dr. Erwin Schimitschek, Wien . . . . .	632
<i>Plinus raptor</i> Str. als Schädling im Bienenstock. Von K. Braßler, Berlin. (Mit 2 Abbildungen). . . . .	635

	Seite
Gedanken anlässlich der Hausbockkampagne in Dänemark. Von Dr. W. Deckert in Hamburg. (Aus dem Hygienischen Staatsinstitut) . . . . .	637
Der Australische Diebskäfer ( <i>Ptinus tectus</i> Boield.) als Paprikaschädling. Von H. v. Lengerken, Berlin. (Mit 1 Abbildung) . . . . .	639
Massenaufreten von Holzläusen. Von H. W. Frickhinger, München . . . .	640
Cabroniden als Bewohner alter Stämme. Von Gustav Wellenstein. (Mit 3 Abb.)	640
Die Generationsverhältnisse der Borkenkäfer in Schweden . . . . .	644
Neues über <i>Xylodrepa (Sylpha) quadripunctata</i> L. Von B. A. Marcus . . . .	645
Magenanalysen heimischer Vögel als Bausteine zur Erkenntnis des Verhältnisses zwischen Vogel und Insekt. Von Dr. Frhr. v. Vietinghoff-Riesch . . . .	646
Gründung eines neuen großen Biologischen Instituts in Brasilien. Von K. Escherich	652
Personalien . . . . .	652

### III. Referate.

Neuere russische forstentomologische Literatur. Sammelbericht für das Jahr 1927. Von V. v. Butovitsch, Eberswalde . . . . .	207
Einzelreferate . . . . .	216

### IV. Neue Literatur.

Eingesandte Literatur . . . . .	428
Autorenregister . . . . .	653
Sachregister . . . . .	659

# Originalaufsätze.

## Morphologische und physiologische Untersuchungen am weiblichen Genitalapparat der Lepidopteren.

### I. Morphologischer Teil.

Von

H. Eidmann, München.

(Aus dem Institut für angewandte Zoologie der bayer. forstlichen Versuchsanstalt, München.)

(Mit 52 Abbildungen.)

Inhalt.	Seite
Einleitung . . . . .	2
1. Historischer Überblick . . . . .	2
2. Material und Methoden . . . . .	5
3. Allgemeiner Überblick über die morphologischen Verhältnisse . . . . .	6
a) Die Segmentierung des Abdomens der weiblichen Schmetterlinge. . . . .	6
b) Die Ovarien mit ihren Ausführungen . . . . .	9
c) Die Bursa copulatrix . . . . .	14
d) Das Receptaculum seminis . . . . .	16
e) Die Kittdrüsen . . . . .	17
4. Spezielle Untersuchungen . . . . .	18
a) <i>Papilio machaon</i> L. . . . .	18
b) <i>Thais polyxena</i> Schiff. . . . .	21
c) <i>Aporia crataegi</i> L. . . . .	24
d) <i>Sphinx pinastri</i> L. . . . .	26
e) <i>Dicranura vinula</i> L. . . . .	29
f) <i>Dasychira pudibunda</i> L. . . . .	30
g) <i>Stilpnotia salicis</i> L. . . . .	33
h) <i>Lymantria monacha</i> L. . . . .	35
i) <i>Dendrolimus pini</i> L. . . . .	39
k) <i>Agria tau</i> L. . . . .	41
l) <i>Acrionicta aceris</i> L. . . . .	44
m) <i>Panolis piniperda</i> Panz. . . . .	47
n) <i>Bupalus piniarius</i> L. . . . .	50
5. Allgemeiner Überblick und Schlußfolgerungen . . . . .	55
a) Die Ovarien . . . . .	55
b) Die Bursa copulatrix . . . . .	58
c) Das Receptaculum seminis . . . . .	59
d) Die Glandulae sebaceae . . . . .	61
6. Zusammenfassung der Resultate . . . . .	62
7. Literaturverzeichnis . . . . .	64

## Einleitung.

In dem verwickelten Faktorenkomplex, der das Zustandekommen einer Insektengradation bedingt, spielt die Vermehrungsfähigkeit der betreffenden Art eine wichtige und primäre Rolle. Die Vermehrungsfähigkeit wiederum wird zum großen Teil durch die Eizahl bestimmt. Die Eizahl ist aber innerhalb der Art nicht konstant, sondern schwankt erfahrungsgemäß selbst bei gleichartigem Ausgangsmaterial in gewissen Grenzen. Die Ursachen für diese Schwankungen beruhen auf einer Reihe von Faktoren, unter anderem auf äußeren Einflüssen, wie Temperatur, Ernährung, Lebensraum usw., die die Zahl der produzierten Eier beeinflussen, und das Studium der Wirkungsweise dieser Faktoren muß stets eine der Hauptaufgaben der Gradationsforschung sein. Voraussetzung für derartige Studien ist eine möglichst genaue Kenntnis des Baues und der normalen Funktion des weiblichen Genitalsystems.

Hierzu soll meine Arbeit einen Beitrag liefern und zwar für eine Reihe von Großschmetterlingen unter besonderer Berücksichtigung forstlich wichtiger Arten, die zu Gradationen neigen. Der vorliegende morphologische Teil gibt einen vergleichenden Überblick über die Morphologie des weiblichen Genitalapparates, und es gelangten demgemäß Vertreter fast sämtlicher Familien (mit Ausnahme der Arctiiden) zur Untersuchung. Die allgemeinen morphologischen Verhältnisse des weiblichen Geschlechtsapparates der Lepidopteren sind schon seit längerer Zeit gut bekannt, doch zeigt das im Schema seines Aufbaues so klar umrissene Organsystem in den Einzelheiten eine solche Fülle interessanter Gestaltungen und Modifikationen, daß dadurch der morphologische Teil ausgedehnter wurde als es ursprünglich beabsichtigt war. Besondere Beachtung hat der Entwicklungszustand der Ovarien und die Zahl der darin enthaltenen Eier und Eianlagen bei frisch geschlüpften Faltern gefunden, und zwar deshalb, weil ihre Kenntnis wichtig ist für das Verständnis der postmetabolen (nach dem Ausschlüpfen aus der Puppe erfolgenden) Vorgänge am weiblichen Genitalapparat, über die in einem späteren physiologischen Teil genauer berichtet werden soll.

## 1. Historischer Überblick.

Der Genitalapparat der Schmetterlinge ist schon frühzeitig beschrieben worden, und vielleicht sind die Lepidopteren überhaupt die ersten Insekten, über deren Genitalsystem genauere Angaben vorliegen. Schon Malpighi und Swammerdam berichten darüber, ersterer in seiner berühmten Abhandlung über den Seidenspinner, letzterer über *Vanessa urticae* L. Ihnen war bereits die auffallende Tatsache bekannt, daß die weiblichen Schmetter-

linge zwei Geschlechtsöffnungen besitzen, eine unmittelbar vor dem After gelegene Öffnung, durch die die Eier abgelegt werden, und weiter vorn noch eine besondere Begattungsöffnung. Den genannten Autoren folgen dann die Werke von Réaumur und De Geer, die bis zum Beginn des vorigen Jahrhunderts für unser Thema grundlegend blieben. Erst die Arbeit von Herold (1815) brachte einen entscheidenden Fortschritt, indem derselbe die Entwicklung des Genitalapparates eines Schmetterlings (*Pieris brassicae* L.) während der Metamorphose verfolgte.

In der Folgezeit trat die Untersuchung des männlichen Genitalsystems weit mehr in den Vordergrund als die des weiblichen; erst später wandte man diesem wieder mehr Aufmerksamkeit zu. Lacaze-Duthiers (1853) untersuchte die Segmentierungsverhältnisse am Abdomen der weiblichen Schmetterlinge, ein Gegenstand, dem schon Burmeister (1832) in seinem „Handbuch der Entomologie“ Beachtung geschenkt hatte. Später vertiefte Jackson (1889/90) unsere Kenntnisse über diese Frage durch Untersuchungen von Raupen und Puppen. Ihm folgte Graber (1890), der seinen Untersuchungen Studien am Keimstreif zugrunde legte. Peytoureau (1895) hat dann abermals die Segmentverhältnisse untersucht, und auch Stitz (1900) schenkte in seiner später noch genauer zu besprechenden Arbeit über den Genitalapparat der Microlepidopteren diesem Punkte nochmals Beachtung.

Von den späteren Arbeiten über die inneren weiblichen Geschlechtsorgane der Schmetterlinge sei zunächst die von Leydig (1867) erwähnt, der die Ovarien und Eier von *Smerinthus ocellatus* L. und *Dicranura vinula* L. genauer beschrieb. Brandt (1878) und später Korschelt (1886) untersuchten gleichfalls den Eierstock der Schmetterlinge. Cholodkowsky (1885) beschrieb den Geschlechtsapparat von *Nematois metallicus* Poda und stellte hier interessante Abweichungen von der Norm fest. Verson und Bisson untersuchten 1896 die postembryonale Entwicklung der ausführenden Geschlechtswege in beiden Geschlechtern beim Seidenspinner, und 4 Jahre später hat Stitz (1900) in seiner oben erwähnten Arbeit eine wertvolle Studie über den Genitalapparat der Microlepidopteren veröffentlicht, deren zweiter Teil sich ausschließlich mit dem weiblichen Genitalsystem beschäftigt. Er untersuchte an 8 verschiedenen Vertretern der Kleinschmetterlinge die topographischen, morphologischen und vor allem auch die histologischen Verhältnisse sämtlicher Teile des Genitalapparates. Gleichzeitig mit Stitz und kurz nach ihm veröffentlichte Petersen (1900, 1904 und 1907) mehrere Arbeiten über den Genitalapparat der Lepidopteren, in denen auch die gesamte frühere Literatur ausführlich besprochen wird. Seine Untersuchungen wurden in dem Bestreben unternommen, ein natürliches, nicht nur auf äußere Merkmale begründetes System der Lepidopteren zu finden. Er glaubt in dem inneren Genitalapparat ein Organsystem gefunden zu haben, „das, ohne wie das Nervensystem zu große Gleichförmigkeit zu zeigen, dem Bereiche direkter



äußerer Einflüsse möglichst entrückt, den genealogischen Zusammenhang der Form erkennen läßt und dessen Formverschiedenheiten sich mit den ontogenetischen Entwicklungsstufen in Relation bringen lassen“. Seine Untersuchungen, die auf 490 Schmetterlingsarten aus fast allen europäischen Familien begründet sind, erstrecken sich dementsprechend vor allem auf die Ausführgänge und enthüllen in der Tat eine erstaunliche Mannigfaltigkeit der morphologischen Verhältnisse. Auf seine Arbeiten, wie auf die von Stitz, werde ich im folgenden noch öfters hinzuweisen haben. Marshall beschrieb 1909 den weiblichen Geschlechtsapparat von *Hemileuca maja* Dr. unter besonderer Berücksichtigung der Histologie der Ausführgänge und Anhangsdrüsen.

Durch die genannten Arbeiten war unsere Kenntnis der allgemeinen Morphologie des weiblichen Genitalsystems der Lepidopteren so weit gefördert, daß größere Untersuchungen morphologischen Inhaltes in der Folgezeit nicht mehr zu verzeichnen sind. Wohl aber finden sich mehrfach in Arbeiten mit anderer Problemstellung morphologische Angaben, die teilweise sehr wertvolle Einzelheiten enthalten. Unter diesen seien Meisenheimers Studien zur Soma und Geschlechtsdifferenzierung (1909) hervorgehoben, die eine Beschreibung des Baues und der Entwicklung der weiblichen Generationsorgane des Schwammspinners enthalten, die im gleichen Jahr erschienenen Untersuchungen von Roepke über die Standfußschen Lepidopterenbastarde mit einer Beschreibung des Baues des weiblichen Geschlechtsapparates der Gattung *Smerinthus*, sowie die zahlreichen Arbeiten von Goldschmidt und seiner Schule über das Intersexualitätsproblem, u. a.

Die Untersuchungen über den histologischen Aufbau des Schmetterlingsovars gehen bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts zurück. Schon Leydig (1867) berichtet über die Histologie des Ovars und die Gliederung der Eiröhren bei den Schmetterlingen. Waldeyer (1870) machte auf das Fehlen des Endfadens an den Eiröhren von *Vanessa urticae* L. aufmerksam. Die Arbeiten von Korschelt (1886), la Valette St. George (1897), Henking (1890) und Grünberg (1903) beschäftigten sich ebenfalls mit den histologischen Einzelheiten, insbesondere mit der Bildung der Ei- und Nährzellen im Ovar, während in neuerer und neuester Zeit die zahlreichen Arbeiten von Doncaster, Seiler u. a. sich mit cytologischen Problemen, besonders dem Verhalten der Chromosomen befassen.

Unter den neueren Untersuchungen über die Eibildung sind noch ganz besonders zwei Arbeiten hervorzuheben, die von Dederer (1915) über die Orogenese von *Philosamia cynthia* Dr. und die von Schneider (1915) über *Deilephila euphorbiae* L. Letzterer gibt eine lückenlose Entwicklungsreihe des Eierstockes und Eies des genannten Schwärmers vom Embryo bis zum vollentwickelten Insekt unter besonderer Berücksichtigung der Funktion der verschiedenen Zellelemente im Ovarium.

## 2. Material und Methoden.

Als Material zu der vorliegenden Untersuchung wurden ausschließlich Großschmetterlinge verwandt, und zwar standen mir von diesen Vertreter sämtlicher großer Gruppen mit Ausnahme der Arctiiden zur Verfügung. In der folgenden Liste sind die untersuchten Arten in systematischer Reihenfolge zusammengestellt.

### Liste der untersuchten Arten.

#### 1. Rhopaloceren

##### Papilioniden:

*Papilio machaon* L. Schwalbenschwanz

*Thais palyxena* Schiff. Osterluzeifalter

##### Pieriden:

*Aporia crataegi* L. Baumweißling

#### 2. Schwärmer

##### Sphingiden:

*Sphinx pinastri* L. Kiefernswärmer

#### 3. Spinner

##### Notodontiden:

*Dicranura vinula* L. großer Gabelschwanz

##### Lymantriiden:

*Dasychira pudibunda* L. Buchenrotschwanz

*Stilpnotia salicis* L. Weidenspinner

*Lymantria monacha* L. Nonne

##### Lasiocampiden:

*Dendrolimus pinus* L. Kiefernspinner

##### Saturniiden:

*Agria tau* L. Nagelfleck

#### 4. Eulen

##### Noctuiden:

*Acronicta aceris* L. Ahorneule

*Panolis piniperda* Panz. Forleule

#### 5. Spanner

##### Geometriden:

*Bupalus piniarius* L. Kiefernspanner.

Sämtliche untersuchten Exemplare wurden aus der Puppe gezüchtet, da das genaue Alter der Falter von großer Wichtigkeit war. Die Herkunft des Materiales ist sehr verschieden. Die Kiefernspanner stammen aus den umfangreichen Zuchten unseres Institutes. Das Ausgangsmaterial hierfür bestand aus Puppen, die in verschiedenen Forstämtern der Oberpfalz, insbesondere in Roding gesammelt worden waren. Die dort im Erlöschen begriffene Spannerkalamität lieferte im letzten Herbst noch immer

ein reiches Puppenmaterial. Für die lebenswürdige Überlassung einer größeren Anzahl von Puppen des Kiefernspinners und der Forleule bin ich Herrn Geheimrat Eckstein in Eberswalde zu großem Dank verpflichtet. Herr Curry aus München überließ mir in dankenswerter Weise eine Anzahl von Puppen der beiden Papilioniden-Arten sowie einige Kokons von *Dicranura vinula* L. Die Raupen der Ahorneule verdanke ich der lebenswürdigen Vermittlung von Herrn G. Wellenstein, der in München mitten in der Stadt eine Kastanie entdeckte, die von diesem Schädling stark befallen war. Die Puppen der übrigen Arten erwarb ich durch Kauf aus verschiedenen Gegenden Deutschlands und zwar *Aporia crataegi* L. aus Hannover, *Sphinx pinastri* L. aus Holstein, *Dasychira pulibunda* L. aus Schwerin, *Stilpnotia salicis* L. und *Lymantria monacha* L. aus dem nördlichen Baden und *Agria tau* L. aus Sachsen.

Die Methoden der morphologischen Untersuchung bestanden vor allem in der Zergliederung des Genitalapparates frisch getöteter Weibchen in physiologischer Kochsalzlösung unter dem Binocular und dem mikroskopischen Studium lebensfrischer Teile. Seltener kamen die histologischen Färbemethoden zur Anwendung. Die Mazeration mit Kalilauge lieferte bei der Untersuchung der ectodermalen Abschnitte, insbesondere der Bursa und der Ausführgänge, sehr klare Bilder. Auf den Zeichnungen ist die Darstellung der jeweiligen Vergrößerungen durch die Reproduktion eines Maßstabes erfolgt, so daß deren Angabe in der Beschriftung dadurch überflüssig wurde.

### 3. Allgemeiner Überblick über die morphologischen Verhältnisse.

Bevor ich zur Darstellung meiner eigenen Untersuchungen übergehe, sei zunächst in diesem Kapitel ein kurzer Überblick über die morphologischen Verhältnisse des weiblichen Genitalsystems der Lepidopteren, wie sie sich nach dem jetzigen Stand unserer Kenntnisse darstellen, vorausgeschickt. Ich beginne dabei mit der Segmentierung des weiblichen Abdomens.

#### a) Die Segmentierung des Abdomens der weiblichen Schmetterlinge.

Schon den alten Autoren (Malpighi und Swammerdam) war, wie bereits erwähnt, die doppelte Geschlechtsöffnung der Lepidopteren bekannt, und Réaumur gibt von verschiedenen Schmetterlingen, darunter *Plusia gamma* L., Abbildungen des Hinterleibsendes, auf denen die beiden Öffnungen zu sehen sind. Erst sehr viel später hat man versucht, durch das Studium der Segmentierungsverhältnisse des Abdomens die Lagebeziehungen der beiden Genitalöffnungen zu den Segmenten genauer festzustellen.

Danach stellen sich die Segmentierungsverhältnisse am Abdomen des Schmetterlingsweibchens etwa folgendermaßen dar (Abb. 1): Das ganze Abdomen besteht aus ursprünglich 10 Segmenten. Von diesen hat die Sternalregion des ersten Segmentes eine Reduktion erfahren, so daß nur

der Tergit deutlich erhalten geblieben ist. Das 7. Segment ist meist mehr oder weniger in die Länge gestreckt, und in dieses sind die folgenden stets stark modifizierten Segmente in der Ruhelage mehr oder weniger weit zurückgezogen.

Das 8. Segment trägt in der Sternalregion die Mündung der Begattungstasche, das Ostium bursae. In vielen Fällen ist diese Öffnung sehr nahe an das 7. Segment heran-, oder sogar in die weiche Intersegmentalhaut zwischen diesen beiden Segmenten hineingerückt. Die Umgebung des Ostiums ist vielfach stark chitiniert und weist oft verschiedenartige Bildungen, Zacken, Höcker usw. auf. Die Ausbildung dieser Chitingebilde richtet sich nach der Gestalt und Größe des männlichen Kopulationsorganes. Die seitlichen Partien des 8. Segmentes verlängern sich kopfwärts in zwei dünne Chitinstäbe, die man seit Lacaze-Duthiers (1853)

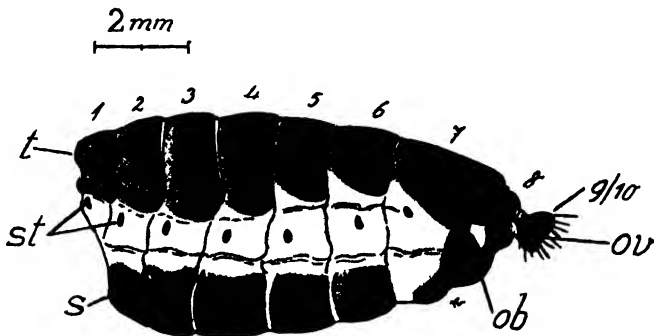


Abb. 1. Abdomen von *Panolis piniperda* Panz. zur Darstellung der Segmentverhältnisse.

ob = Ostium bursae. ov = Oviporus. s = Sternite. st = Stigmen. t = Tergite.

1—10 = Abdominalsegmente 1—10.

als Apophysen (vordere Apophysen) bezeichnet, und die in das Innere des Abdomens hineinragen. Sie dienen besonderen Muskeln zum Ansatz, durch deren Wirkung das ganze Segment nach hinten geschoben werden kann (Abb. 2).

Das 9. und 10. Segment sind bei der Puppe noch getrennt, beim Falter aber miteinander verschmolzen und bilden die sogenannten Endplatten (*Laminae abdominales*). Diese hängen in der Regel nur auf der Rückseite zusammen, nach vorn und unten klaffen sie auseinander und schließen eine Furche zwischen sich. Sie sind von verschiedener Gestalt und fast immer mit kurzen und langen Borsten (Sinneshaaren) dicht besetzt. Auch die Endplatten laufen nach vorn zu in zwei lange Apophysen (hintere Apophysen) aus, die in der Mitte häufig eine Verbreiterung sowie eine Torsion um die Längsachse aufweisen (Abb. 3). Durch die an ihnen angreifenden Muskeln können die Endplatten ähnlich wie das 8. Segment weit nach hinten geschoben werden. Besonders wichtig ist dies bei solchen Arten, die eine Legeröhre besitzen (z. B. *Lymantria monacha* L., Abb. 31). In diesem Falle ist das 8. Segment wie die Endplatten stark verlängert und nach

hinten konisch zulaufend, die Apophysen sind besonders lang. In der Ruhelage fernrohrartig in das Abdomen zurückgezogen, können diese Segmente bei der Eiablage durch die der Apophysenmuskulatur als Legeröhre weit hervorgestreckt werden.

In der Tiefe der von den beiden Endplatten umschlossenen Rinne mündet der After und der Oviductus communis nach außen. Die beiden Öffnungen liegen in der Regel so nahe zusammen, daß sie von den älteren Autoren für eine einzige Öffnung gehalten wurden, ein Fall, der zwar auch vorkommt (z. B. bei einigen Kleinschmetterlingen), aber doch relativ selten ist.

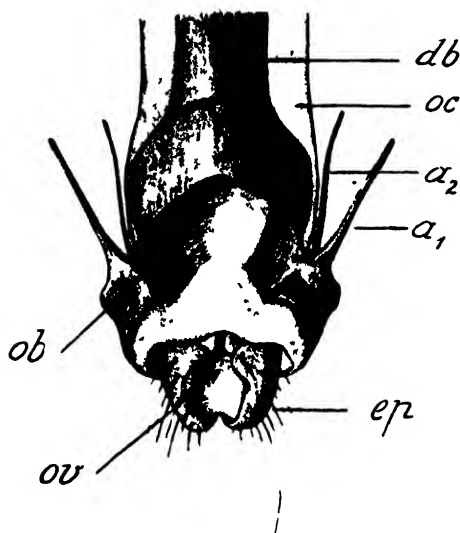


Abb. 2. Der Komplex der Genitalsegmente von *Panolis piniperda* Panz., Ventralansicht. (Kahlangepräparat.)

$a_1$  = Apophysen des 8. Segments (vordere Apophysen).  $a_2$  = Apophysen der Endplatte (hintere Apophysen). db = Ductus bursae. ep = Endplatte. ob = Ostium bursae. oc = Oviductus communis. ov = Oviporus und After.

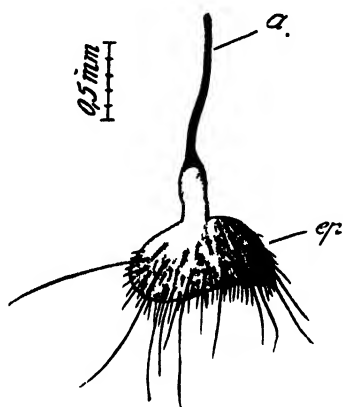


Abb. 3. Isolierte Endplatte von *Panolis piniperda* Panz. (Kahlangepräparat.)

$a_1$  = Apophyse der Endplatte. ep = Endplatte.

Durch die Mündung des Oviductus communis, der „Scheidenöffnung“ früherer Autoren, werden, wie schon Réaumur bekannt war, die Eier abgelegt. Ich möchte sie daher im folgenden der Kürze halber als Oviporus bezeichnen.

Die Ausmündung des weiblichen Geschlechtsapparates der Lepidopteren durch zwei getrennte Öffnungen, den Oviporus und das Ostium bursae, ist bei den recenten Arten so allgemein, daß der primitive Zustand einer einzigen Genitalöffnung lange Zeit unbekannt war. Cholodkowsky (1885) war der erste, der bei dem Weibchen von *Nematois metallicus* Poda, einem Kleinschmetterling aus der Familie der *Adelidae*, eine ungeteilte Geschlechtsöffnung feststellen konnte. Hier mündet die Bursa copulatrix direkt in den Oviductus communis. Später hat Petersen (1900) in sechs weiteren Familien eine einfache Genitalöffnung nachgewiesen und außerdem ein Schema der verschiedenen Gestaltung der Ausführungsgänge von der einfachsten Form mit allen Übergangsstufen bis zum höchst differenzierten Typus, wie er uns etwa bei den Noctuiden entgegentritt, gegeben.

### b) Die Ovarien mit ihren Ausführgängen.

Die Ovarien der Schmetterlinge sind nach dem büschelförmigen Typus gebaut. Jedes Ovar besteht aus 4 Eischläuchen. Von dieser Regel gibt es einige Ausnahmen. So besitzt *Psyche helix* Sieb. nach Brandt (1876) je 6 Eischläuche, der bereits erwähnte *Nematois metallicus* Poda nach Cholodkowsky (1885) je 12—20 Eiröhren, sowie einige andere Kleinschmetterlinge nach Petersen (1900) gleichfalls eine größere Zahl von Ovarialschläuchen. Die Zahl der Eischläuche der Weibchen entspricht der Zahl der Hodenfollikel beim Männchen.

Die Eischläuche sind nur selten kurz und enthalten wenige Eier; in den meisten Fällen (fast alle Großschmetterlinge) sind sie von beträchtlicher Länge und umschließen eine große Zahl von Eiern. Sie sitzen jederseits als Büschel dem Eikelch auf, welcher sich in die paarigen Ovidukte fortsetzt. Diese vereinigen sich nach kürzerem oder längerem Verlauf zu dem Oviductus communis, einem meist gerade gestreckten Rohr, dem verschiedene Anhangsgebilde ansitzen, und das den Verbindungsgang mit der Bursa copulatrix aufnimmt, um dann in der bereits geschilderten Weise zwischen den beiden Endplatten nach außen zu münden.

Über den Bau der Eischläuche der Insekten liegen zahlreiche, eingehende Untersuchungen vor, durch die wir über die Gliederung der Eischläuche sowie deren einzelne Zellelemente sehr genau unterrichtet sind. Im allgemeinen beginnen die Eischläuche der Insekten mit einem Endfaden, der als Aufhängeband dient und in der Rückengegend des Tieres befestigt ist. Er geht in die eigentliche Eiröhre über. Hierin machen die Schmetterlinge eine Ausnahme. Schon Waldeyer (1870) fand, daß *Vanessa urticae* L. keinen Endfaden besitzt, sondern daß die Eiröhren abgerundet endigen. Auch Stitz (1901) fand bei den von ihm untersuchten Mikrolepidopteren keine Endfäden und Roepke (1909) erwähnt ausdrücklich, daß bei seinen *Smerinthus*-Weibchen die Enden der Ovarien nicht am Rückengefäß suspendiert sind. Ebenso führten die entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen von Grünberg (1903), Dederer (1915) und Schneider (1915) zu dem übereinstimmenden Ergebnis, daß bei den Schmetterlingen keine Endfäden ausgebildet werden.

Nur Meisenheimer (1909) konnte bei *Lymantria dispar* L. Endfäden an den Ovarialröhren feststellen, die zu deren Befestigung im vorderen Körperabschnitt dienen. Dies scheint jedoch ein Ausnahmefall zu sein, denn auch ich konnte bei den von mir untersuchten Arten nirgends ein derartiges Verhalten beobachten.

Die Eischläuche der Schmetterlinge beginnen demnach mit einem blind geschlossenen, manchmal etwas verdickten Abschnitt, den man, wie bei allen übrigen Insekten als Endkammer bezeichnet. Die Endkammern der 4 Eischläuche eines Ovars werden durch die äußere, bindegewebige Hülle des Eierstockes, die in der Regel auch im Imaginalstadium erhalten bleibt, vereinigt. Infolgedessen hängen sie mit den Enden zusammen, während sie im übrigen bis zu ihrer Einmündung in den Eikelch getrennt verlaufen. Der Inhalt der Endkammern ist (wenn man die Ergebnisse Schneiders verallgemeinern darf) beim Falter bereits bis auf geringe Reste zur Differenzierung gelangt, so daß indifferentes Material kaum mehr vorhanden ist. Die Oogonienteilungen haben bereits vor der Verpuppung ihren Abschluß gefunden.

Die Eischläuche der Schmetterlinge sind nach dem polytrophen Typus gebaut, d. h. in ihnen reiht sich nicht eine Eizelle an die andere, sondern jede Eizelle hat noch ein Paket von Nährzellen bei sich, durch die die Ernährung des wachsenden Eies besorgt

wird (nutrimentäre Eibildung). Die Nährzellen gehen ebenso wie die Eizellen aus den Oogonien der Endkammer hervor (generative Nährzellen). Jede Eizelle hat infolge der besonderen Art der Oogonienteilungen 5 Nährzellen bei sich.

Die Nährzellen bilden zusammen das Nährfach, die Eizelle das Eifach (Abb. 4). Letzterer Ausdruck wird auch häufig für den ganzen Ei-Nährzellenkomplex gebraucht. Ei und Nährzellen sind anfangs von etwa gleicher Gestalt. Später rundet sich die Eizelle ab, während die Nährzellen pyramidenförmige Gestalt annehmen und ihre Spitzen der Eizelle zukehren. Die Funktion der Nährzellen besteht in der Dotterbildung für das heranwachsende Ei. Ihre stark sezernierende

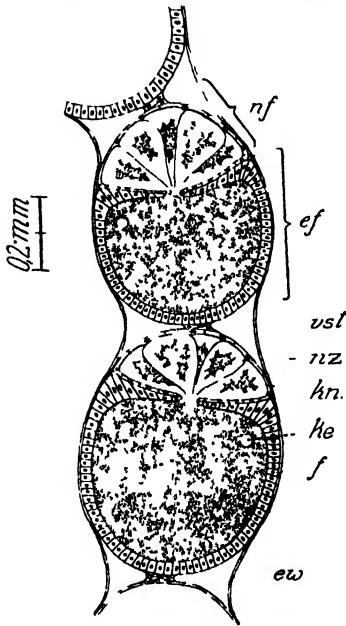


Abb. 4. Zwei Eianlagen aus dem Ovar eines frisch geschlüpften Weibchens von *Bupalus piniarius* L.

ef = Eifach. ew = Wand der Eiröhre (Peritonealepithel). f = Follikelzelle des Eifaches. ke = Kern der Eizelle. knz = Kern einer Nährzelle. nf = Nährfach. nz = Nährzelle. vst = Verbindungstiel aus Follikelzellmaterial.

Tätigkeit findet in den mächtigen, gelappten Kernen ihren Ausdruck (Abb. 4). Später degenerieren die Nährzellen; ihr Plasma und Chromatin wird schließlich völlig als Dottermaterial in das wachsende Ei aufgenommen.

Die Ei-Nährzellenkomplexe sind von dem Follikelzellepithel umgeben, das die Eizellen als hohes, später sich abflachendes Cylinderepithel, die Nährzellen jedoch als dünnes Plattenepithel umgibt. Zwischen Ei- und Nährfach springt das Follikelzellepithel diaphragmenartig vor und läßt nur im Zentrum ein enges Loch frei, durch das die Spitzen der Nährzellen mit dem Scheitel der Eizelle in Verbindung stehen, und durch welches die Dotterteilchen in letztere hinüberwandern. Man kann an den Eischläuchen frisch geschlüpfter Falter unter dem Binocular bei schräger Betrachtung durch die transparenten Nährzellen hindurch dieses Loch meist deutlich erkennen. Je zwei aufeinander folgende Ei-Nährzellenkomplexe stehen durch einen aus Follikelzellen gebildeten Stiel miteinander in Verbindung. Die Funktion der Follikelzellen ist verschiedenartig. Sie scheinen sich gegen Ende der Wachstumsperiode an der Dotterbildung zu beteiligen, außerdem wird später das Chorion von den Zellen des Follikelzellepithels gebildet.

In der Embryonalanlage sind die Ovarien von einer doppelten Zelllage, der äußeren und inneren Hülle umgeben. Erstere umschließt als bindegewebige Hülle die Ovarien und hält deren Endabschnitte, wie erwähnt, auch im Imaginalstadium meist zusammen. Letztere, die sich aus keimzellenähnlichem Material aufbaut, liefert im Verlauf der weiteren Entwicklung als sogenanntes Peritonealepithel die Wand der Eiröhre zum Schutze der wachsenden Eifächer. Aus einem ganz anderen Zellmaterial, das sich schon frühzeitig als solider Pfropf an die Keimdrüsenanlage anlegt, entsteht neben den Follikelzellen der sogenannte Eiröhrenstiel. Die Bezeichnung Eiröhrenstiel geht auf Heymons (1891) zurück. Der Eiröhrenstiel stellt den unteren, dem Eikelch zunächstliegenden Abschnitt des Ovarialschlauches dar. Genetisch ist er, wie erwähnt, von der eigentlichen Eiröhre absolut zu unterscheiden, und auch morphologisch läßt sich selbst im Imaginalstadium häufig noch an einer plötzlichen Verdünnung des Eischlauches die Grenze zwischen Eiröhrenstiel und Eiröhre erkennen. Meist geht jedoch die Wandung des Eiröhrenstieles

kontinuierlich in die der Eiröhre über, so daß diese Grenze verschwunden ist. Der Eiröhrenstiel enthält in der Regel die fertig ausgebildeten, legereifen Eier.

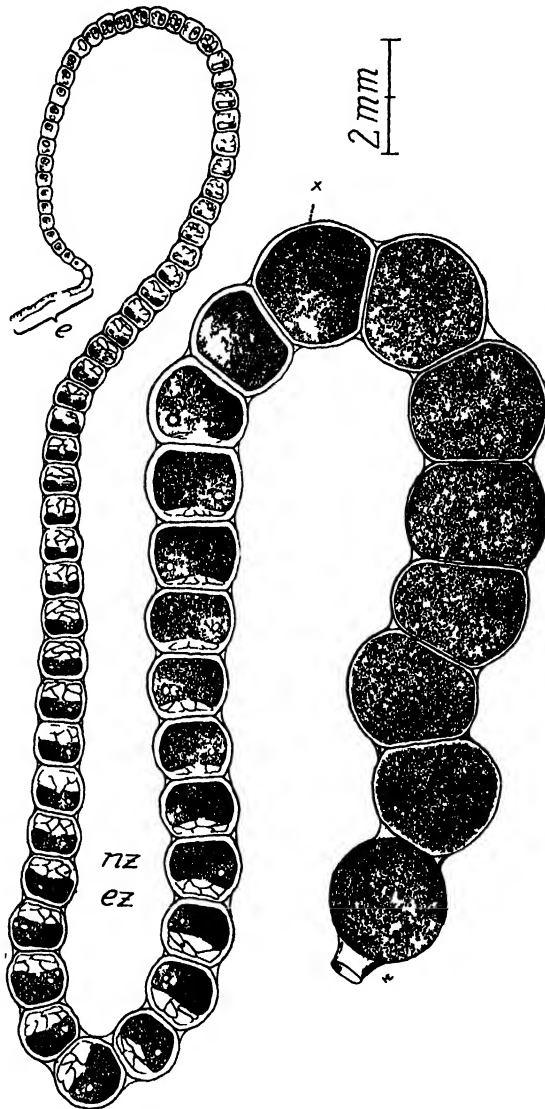


Abb. 5. *Panolis piniperda* Panz. Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens, am Eikelch abgetrennt.

e = Endkammer. ez = Eizelle. nz = Nährzellen. x = 1 Ei ohne Nährzellen, Beginn der Chorionbildung.

In den Eischläuchen eines frisch geschlüpften Falters sind die verschiedenen Entwicklungsstadien der Eier wie Perlen an einer Schnur hintereinander gereiht und werden nach der Endkammer zu immer kleiner (Abb. 5). Der Inhalt des auf die Endkammer



folgenden Abschnittes des Eischlauches besteht demnach meist aus Eianlagen und fertig entwickelten, legereifen Eiern, die im Basalabschnitt angesammelt sind. Letztere sind daran kenntlich, daß sie beschalt und nicht mehr vom Follikel epithel umgeben sind. Bei vielen Arten enthalten jedoch, wie wir später noch sehen werden, die Ovarialschläuche nur Eianlagen, die legereifen Eier werden in diesen Fällen erst postmetabol ausgebildet. Die Eianlagen lassen die zunehmende Anhäufung von Dotter im Ei plasma deutlich erkennen, bei den jungen Stadien ist letzteres noch klar und durchsichtig, um dann mehr und mehr durch die angesammelten Reservestoffe getrübt zu werden. Während der

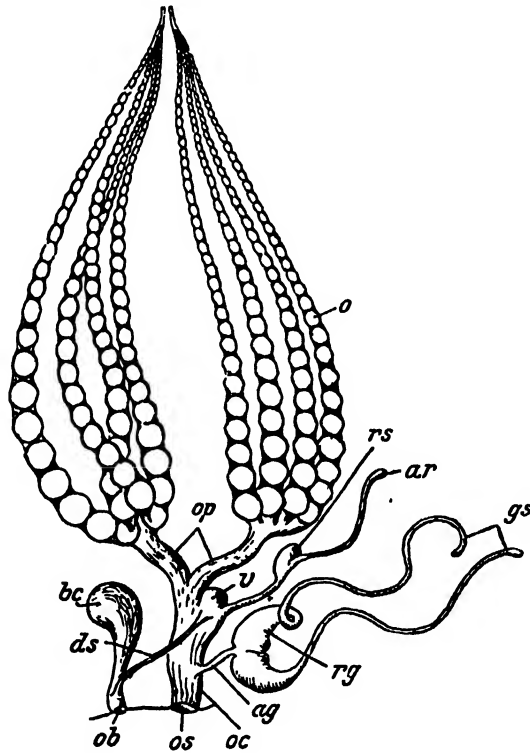


Abb. 6. Schema des weiblichen Geschlechtsapparates des Lepidopteren (nach Eidmann).  
 ag = Ductus sebaceus. ar = Glandula receptaculi. bc = Bursa copulatrix. ds = Ductus seminalis. gs = Glandulae sebaceae. o = Ovarialschläuche. ob = Ostium bursae. oc = Oviductus communis. op = Paarige Oviducte. os = Oviporus. rg = Reservoir der Glandulae sebaceae. rs = Receptaculum seminis. v = Vestibulum.

letzten Stadien des Eiwachstums sehen wir die Degeneration der Nährzellen einsetzen, die schließlich völlig verschwinden. Es folgt darauf die Zone der Chorionbildung, die offenbar sehr rasch abläuft, so daß meist nur wenige Stadien zu erkennen sind, und die zur Ausbildung der beschalt, legereifen Eier führt.

Ich gebrauche hier absichtlich den Ausdruck legereif, weil der Ausdruck reife Eier, wie er öfters für fertig entwickelte Ovarialeier verwendet wurde, cytologisch nicht korrekt ist. Als reife Eier bezeichnet man Eier, die die Reifeteilungen durchgemacht haben. Dies ist aber bei den Ovarialeiern der Insekten nicht der Fall, denn „die Reifungsteilungen beginnen erst abzulaufen, nachdem die Samenfäden in das Ei eingedrungen sind“ (Depdolla 1928). Das Eindringen der Samenfäden in das Ei erfolgt aber be-

kanntlich erst während der Ablage, bei dem Passieren der Ausführgänge. Die Zählung der legereifen Eier kann uns Aufschluß darüber geben, wieviele Eier der Schmetterling ablegen kann. Ob diese Eier alle abgelegt werden, ist, wie später noch gezeigt werden wird, damit noch nicht gesagt.

Die Ausführgänge der Ovarien hat wohl als erster Malpighi (1669) in seiner berühmten „Dissertatio de bombyce“ bildlich dargestellt und zwar mit einer für die damalige Zeit bewundernswerten Genauigkeit. Später sind dann eine ganze Reihe schematischer Abbildungen in der Literatur zu finden, wie die von Petersen (1900 und 1909), Stitz (1901), Marshall (1904), Roepke (1909), Meisenheimer (1909), Prell (1914) u. v. a., die einen Überblick über die Lagebeziehungen der Ausführgänge geben. Ich selbst habe in einer vorläufigen Mitteilung über das vor-

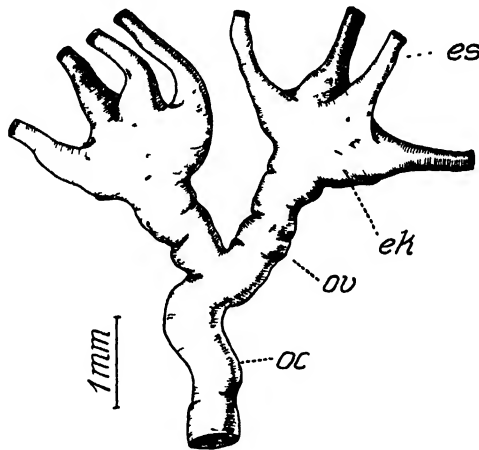


Abb. 7. Eikelche und Ovidukte von *Acrionicta aceris* L.

ek = Eikelch. es = Eischlauch. oc = Oviductus communis. ov = Paarige Oviducte.

liegende Thema (1928) eine schematische Darstellung gegeben, die auch hier zur Erläuterung der morphologischen Verhältnisse Platz finden möge (Abb. 6).

Der an der Vereinigungsstelle der 4 Eischläuche gelegene Eikeloh tritt nicht immer als deutlich erkennbares Gebilde in Erscheinung. Meist laufen die Eischläuche einfach zu einem gemeinsamen Ausführgang zusammen, und nur bei wenigen Arten, wie z. B. bei *Acrionicta aceris* L. (Abb. 7) ist die Vereinigungsstelle wirklich kelchartig erweitert. Die paarigen Ovidukte weisen in der Regel keinerlei morphologische Besonderheiten auf. Sie vereinigen sich zu dem unpaaren Eileiter. Auf meiner Abbildung ist der ganze Kanal von der Vereinigungsstelle der paarigen Eileiter bis zum Oviporus als Oviductus communis bezeichnet, doch pflegen viele Autoren diesen Namen nur für den der Vereinigungsstelle zunächstliegenden Abschnitt zu verwenden, bis zu jener Erweiterung, die früher

Uterus genannt wurde, seit Petersen (1900) jedoch allgemein als Vestibulum bezeichnet wird. Der Rest des Ausführganges vom Vestibulum bis zum Oviporus, der histologisch häufig etwas anders gebaut ist als die vorhergehenden Abschnitte, wird auch vielfach Vagina genannt, eine Bezeichnung, die deswegen nicht ganz einwandfrei ist, weil dieser Kanal niemals zur Aufnahme des männlichen Begattungsorganes dient.

Das Vestibulum ist nicht bei allen Arten deutlich ausgeprägt und tritt vielfach nur dann in Erscheinung, wenn es ein Ei enthält. Die Eier machen nämlich auf ihrem Weg durch die Ausführgänge im Vestibulum eine kurze Rast, um vom Receptaculum seminis aus, dessen Ausführgang in das Vestibulum mündet, besamt zu werden. Die Eier sollen dabei die Micropyle dieser Einmündungsstelle zuwenden. Das Vestibulum tritt bei den meisten Großschmetterlingen als eine seitliche Ausweitung des Oviductus communis auf.

Die Ausführgänge sind ebenso wie die Eischläuche von einer Muscularis umgeben, die aus einer inneren Ring- und äußeren Längsmuskellage besteht. Durch ihre Tätigkeit die sich in peristaltischen Bewegungen äußert, werden die Eier durch die Ausführgänge herausbefördert. Hiervon kann man sich sehr leicht überzeugen, wenn man bei einem frisch getöteten Falter die Eischläuche am Eikelch abschneidet und in physiologischer Kochsalzlösung liegen läßt. Man sieht dann, wie in kurzer Zeit sämtliche legereifen Eier durch die Schnittöffnung heraustreten.

### c) Die Bursa copulatrix.

Die Bursa copulatrix (Abb. 8) besteht in der Regel aus 2 Teilen, dem Corpus bursae oder Bursasack und dem Cervix bursae (auch Ductus bursae) oder Bursahals. Letzterer mündet mit dem Ostium bursae nach außen. Corpus und Cervix gehen häufig ganz allmählich wie Hals und Bauch einer Weinflasche ineinander über, oft sind sie jedoch auch scharf gegeneinander abgesetzt. Die Wölbung des Bursasackes ist der Fundus bursae.

Die Bursa steht mit dem Oviductus communis durch den Ductus seminalis in Verbindung. Dieser entspringt bei primitiven Arten an dem Bursahals, bei höher differenzierten an der Übergangsstelle von Cervix und Corpus oder an dem Corpus selbst. Er ist bald von beträchtlicher Länge, bald sehr kurz, bald ist er gekrümmungsförmig aufgewunden, bald glatt, bald weit, bald eng, kurzum, er zeigt alle nur denkbaren Verschiedenheiten, wie auch die übrigen Teile der Bursa und ihrer Anhänge. Im Verlauf des Ductus seminalis tritt bisweilen eine Erweiterung auf, die sogenannte Bulla seminalis.

Die Bursa copulatrix ist ectodermaler Herkunft und daher von einer chitinösen Intima ausgekleidet. Häufig ist der Hals besonders stark chitinisiert, der Sack ist jedoch fast immer von einer zarten membranösen Chitinschicht ausgekleidet. Diese Auskleidung trägt auf der Innenwand sehr oft die sogenannte Laminae dentatae oder Zahnplatten, das sind stärker chitinierte Stellen, die einen Besatz von feinen Zähnen oder von einigen größeren Chitindornen oder Stacheln aufweisen (Abb. 9). Manchmal ist fast die ganze Innenwand der Bursa mit diesen Zähnen

bedeckt. Die Form und Größe wie auch die Anordnung der Zahnplatten ist äußerst mannigfaltig und für die einzelnen Arten sehr charakteristisch. Die Zahnplatten wurden zuerst von Hagen (1892) beschrieben, der sie für Apparate zum Aufreißen der Spermatophoren hielt. Petersen (1907) erblickt in ihnen lediglich Einrichtungen, die zum Festhalten der Spermatophoren in ihrer Lage dienen sollen.

Bei dem Begattungsakt werden von dem Männchen in der Bursa eine oder mehrere (bis zu 9) Spermatophoren abgelagert, die meist mit einem flaschenhalsartigen Anhang versehen sind, dessen Mündung sie der Einmündungsstelle des Ductus seminalis zuwenden. Durch Druck auf die Spermatophoren, vielleicht auch durch Quellungsvorgänge

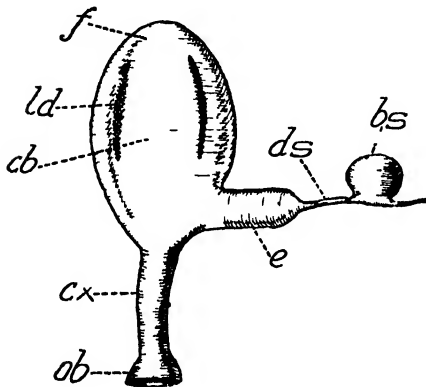


Abb. 8. Schema einer hochspezialisierten Bursa copulatrix.

bs = Bulla seminalis. ob = Corpus bursae. cx = Cervix bursae. ds = Ductus seminalis. e = Ausstülpung des Bursasackes. f = Fundus bursae. ld = Lamina dentata. ob = Ostium bursae.

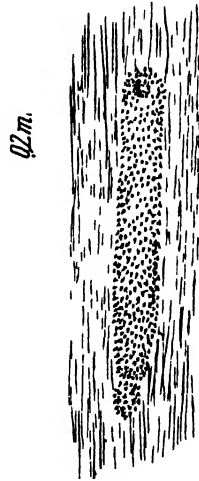


Abb. 9. Eine Zahnplatte aus der Bursa copulatrix von *Panolis piniperda* Panz.

an denselben, werden die Samenfasen herausgepreßt und gelangen durch den Ductus seminalis in den Oviductus communis und von da in das Receptaculum seminis. während die leere Spermatophorenhülle in dem Bursasack zurückbleibt.<sup>1)</sup>

Die Gestalt der Bursa copulatrix wie des Ductus seminalis und auch der Spermatophoren ist, wie bereits erwähnt, von größter Mannigfaltigkeit, aber gleichzeitig von großer Konstanz bei den verschiedenen Arten. Petersen hat daher in weitgehendem Maße diese morphologischen Verschiedenheiten im Bau der weiblichen Generationsorgane für die Systematik herangezogen und sie zur Grundlage seiner „Theorie der physiologischen Isolierung“ gemacht.

<sup>1)</sup> Nach Sprengel (1928) soll bei *Lymantria monacha* L. die Spermatophore durch den Ductus seminalis in den Gang gelangen, der zum Receptaculum führt. Ich habe bei dieser Art ebenso wenig wie bei allen anderen ein derartiges Verhalten feststellen können, das auch infolge der Größe der Spermatophore unmöglich erscheint.

#### d) Das Receptaculum seminis.

Das Receptaculum seminis (Abb. 10) ist ein Reservoir zur Aufnahme des Spermas, das hier längere Zeit (bis zu mehreren Monaten) lebendig erhalten wird. Das Receptaculum selbst ist meist ein rundliches oder eiförmiges, ziemlich erweiterungsfähiges Gebilde, das durch einen engen Kanal, den Ductus receptaculi mit dem unpaaren Oviduct in Verbindung steht. Die Einmündungsstelle dieses Ganges befindet sich meist auf der höchsten Erhebung des Vestibulums und in unmittelbarer Nähe der Einmündung des Ductus seminalis. Der Ductus receptaculi wird von einigen Autoren (Stitz, 1900) nochmals in drei Unterabschnitte geteilt: zunächst den am Receptaculum ansitzenden Canalis receptaculi, der in den Spiralgang oder Canalis spiralis übergeht, welcher meist

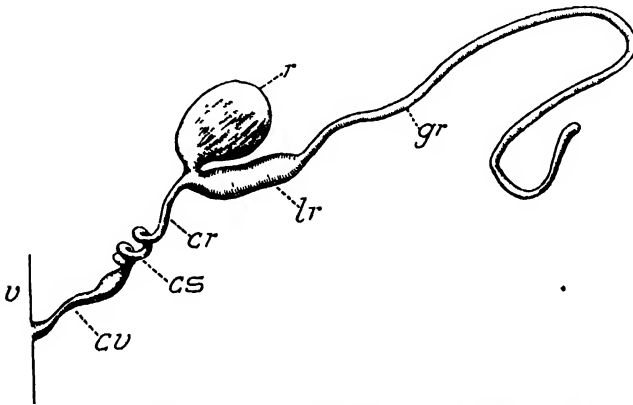


Abb. 10. Schema eines hochspezialisierten Receptaculum seminis.

cr = Canalis receptaculi. cs = Canalis spiralis. ov = Canalis vestibuli. gr = Glandula receptaculi. lr = Lagena receptaculi. r = Receptaculum seminis. v = Oviductus communis (Vestibulum).

korkzieherartig gewunden ist. Der Endabschnitt des Kanales, der dann als kurzes Rohr in das Vestibulum überleitet, heißt der Canalis vestibuli.

Das Receptaculum seminis besitzt bei fast allen Lepidopteren, mit Ausnahme einiger niederer Formen (Petersen, 1900), eine Anhangsdrüse, die Glandula receptaculi. Dieselbe mündet da, wo der Ductus receptaculi aus dem eigentlichen Receptaculum entspringt und stellt in den meisten Fällen ein einfaches, blind endigendes Rohr dar, das nur selten Modifikationen, wie Gabelung usw. aufweist. Meist ist dieser Drüsen-schlauch vor seiner Mündung in den Ductus receptaculi zu einem Reservoir erweitert, der Lagena receptaculi, wodurch der Eindruck erweckt wird, das Receptaculum sei zweigeteilt. Da jedoch der histologische Bau der Lagena von dem des Receptaculums völlig verschieden zu sein pflegt, scheint es sich um ein Drüsenreservoir zu handeln, zumal auch die übrigen Anhangsdrüsen des weiblichen Genitalapparates ähnliche Reservoirs be-

sitzen. Das Receptaculum kann mit der Lagena mehr oder weniger innig verwachsen sein.

Die Funktion der Anhangsdrüse besteht mit großer Wahrscheinlichkeit darin, ein Sekret zur Lebenserhaltung des Spermas im Receptaculum zu liefern. Das Receptaculum ist ebenso wie der Ductus receptaculi, die Lagena und auch die Anhangsdrüse in ihrer ganzen Länge von einer dünnen chitinösen Intima ausgekleidet und dokumentiert dadurch seine ectodermale Herkunft.

### e) Die Kittdrüsen.

Die Kittdrüsen oder Glandulae sebacea (Abb. 11) gehören zu den auffallendsten Teilen des weiblichen Geschlechtsapparates und fehlen nur den Schmetterlingen, die ihre Eier nicht ankleben. Ihr Vorhandensein war bereits Malpighi bekannt, der ihnen auch schon die Bedeutung zuschrieb, ein Sekret zum Anheften der Eier an die Unterlage zu liefern. In typischer Ausbildung bestehen die Kittdrüsen aus zwei ungeteilten Drüsenschläuchen von gewaltiger Länge (sie übertreffen an Längenausdehnung oft den Körper ihres Trägers), die im Abdomen vielfach gewunden und aufgeknävelt neben und zwischen den Ausführungsgängen des Geschlechtsapparates liegen. Diese beiden Drüsenschläuche erweitern sich an der Basis zu je einem geräumigen Reservoir, dem Saccus sebaceus, in dem sich das meist wasserklare Sekret schon während der Puppenruhe ansammelt und diesen mächtig auftreibt. Die beiden Reservoirs zeigen in ihrem Bau mancherlei Modifikationen. Der gemeinsame Ausführungsgang, der Ductus sebaceus, mündet in der Regel kurz vor dem Oviporus dorsal in den unpaaren Oviduct.

Endlich finden sich noch meist in unmittelbarer Nähe des Oviporus ein Paar Duftdrüsen oder Glandulae odoriferae, die jedoch nicht allen Arten zukommen und Duftstoffe liefern, die zum Heranlocken der Männchen dienen sollen. In der vorliegenden Untersuchung haben dieselben keine

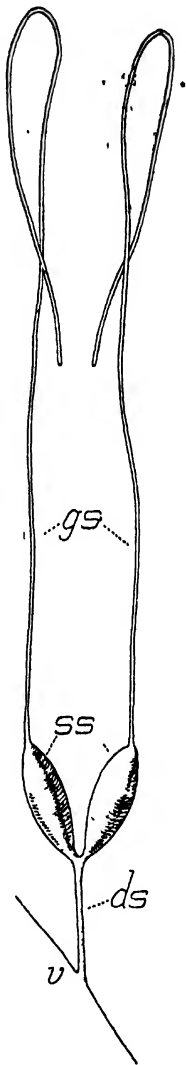


Abb. 11.

Schema einer Kittdrüse.  
ds = Ductus sebaceus.  
gs = Glandulae sebaceae.  
ss = Saccus sebaceus.  
v = Oviductus communis.

Berücksichtigung ge-

#### 4. Spezielle Untersuchungen.

##### a) *Papilio machaon* L.

Die wenigen Weibchen des Schwalbenschwanzes, die mir zur Untersuchung zur Verfügung standen, wurden aus Puppen gezüchtet, die während des Winters bei Zimmertemperatur gehalten wurden und im Februar 1928 ausschlüpfen.

Die Ovarien frisch geschlüpfter Tiere sind in einen mächtig entwickelten Fettkörper eingebettet, dessen lange zitronengelbe Lappen die Eischläuche dicht umgeben. Außerdem sind sie von einem reich entwickelten Tracheennetz umspinnen, durch das die Präparation sehr erschwert wird. Die 4 Eischläuche jeder Seite sind an ihren dünnen Enden etwa 3—4 mm weit miteinander verwachsen, bevor sie mit den wie bei allen anderen untersuchten Arten in einer gemeinsamen Hülle liegenden Endkammern blind endigen. Sämtliche Eier waren noch mit einer Kappe von Nährzellen versehen, also noch nicht legereif. Infolgedessen waren auch die paarigen Oviducte noch leer, ja die Eianlagen waren in den Eischläuchen noch nicht einmal bis zum Eikelch vorgerückt. Die Anordnung der Nährfächer zeigte die Besonderheit, daß die Nährfächer nicht wie sonst meistens wie eine Kappe oben (endkammerwärts) dem Eifach aufsitzen, sondern schräg seitlich, kalottenförmig, und zwar immer abwechselnd bald auf der einen, bald auf der anderen Seite (Abb. 12). Die Enden der Eischläuche sind umgebogen und nach hinten gerichtet.

Die Eischläuche enthielten durchschnittlich 80 Eianlagen. Die genauen Zahlen für das rechte Ovar eines frisch geschlüpften Weibchens sind:

1. Eischlauch:	. . . . .	80 Eianlagen
2. „	. . . . .	89 „
3. „	. . . . .	83 „
4. „	. . . . .	72 „

Infolge des Fehlens legereifer Eier bei frisch geschlüpften Weibchen müssen sich die Eianlagen vor der Eiablage noch weiterentwickeln. Daß dies der Fall ist, zeigten ältere Tiere des gleichen Ausgangsmaterials. Ein 19 Tage altes Weibchen hatte 11 legereife Eier im Geschlechtsapparat, von denen zwei bereits in die paarigen Ovidukte und eins in den Oviductus communis übergetreten war. Ein anderes 11 Tage altes Tier zeigte ähnliche Verhältnisse.

Die Bursa copulatrix ist ein länglicher Sack, der Hals ist etwa von der Länge des Längsdurchmessers des Bursasackes. Etwa in der Mitte des Halses entspringt der Ductus seminalis, ein kurzer ziemlich dicker und glatter Schlauch, der in das deutlich ausgebildete Vestibulum einmündet, unmittelbar neben der Einmündungsstelle des Ductus receptaculi. Die Intima des Bursasackes besteht aus farblosem Chitin, das in der leeren Bursa in unendlich viele feine Längsfalten gelegt ist. Sie trägt eine

einzigste Lamina dentata, die als schmales Band von braunem Chitin, das mit zahlreichen feinen Zähnchen besetzt ist, sich über die ganze Länge des Bursasackes erstreckt.

Das Ostium bursae des Schwalbenschwanzes wurde bereits von Jordan (1896) genauer beschrieben. Es ist wie bei allen *Papilio*-Arten ein höchst kompliziertes Gebilde (Abb. 13) und wird durch eine fast kreisrunde, etwa schüsselförmige Vertiefung, die zum größten Teil aus braunem, hartem Chitin besteht (der „Vaginalplatte“ anderer Autoren, die auch den Ductus bursae als *Vagina* und das Ostium als *Introitus vaginæ* bezeichnen) dargestellt. Am Vorderrand (als solcher ist hier wie im folgenden stets der dem Kopf zugewandte Rand gemeint) dieses Gebildes entspringen zwei harte Chitinlamellen von fast schwarzer Färbung, die in gleicher Höhe mit

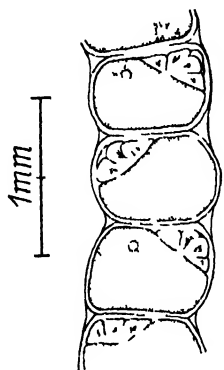


Abb. 12. *Papilio machaon* L.  
Eianlagen aus der mittleren Zone eines Eischlauches eines frisch geschlüpften Weibchens, mit alternierend links und rechts gelagerten Nährfächern.



Abb. 13. *Papilio machaon* L. Ostium bursae.  
b = blattförmige, am Vorderrand entspringende Chitinegebilde. e = Eingang in den Bursahals. k = kegelförmige Erhebung hinter dem Bursaeingang.

den Rändern der Mulde in deren Öffnung hineinragen. Sie sind von länglicher Gestalt, mit scharfen Zacken an den Rändern, die bei den beiden Gebilden nicht ganz symmetrisch angeordnet sind. Bei verschiedenen Exemplaren scheint die Form dieser Chitinblätter etwas zu variieren, indem sie bald schmaler, bald breiter, bald mit mehr oder weniger Zacken versehen sind. In der Tiefe der Mulde, etwa im Zentrum, befindet sich der relativ enge Eingang in den Bursahals, der kreisrund ist und etwas erhabene Ränder besitzt. Seine vordere Wand ist durch zwei kleine Chitinspangen verstärkt. Hinter ihm erhebt sich ein Kegel aus weichem, farblosem Chitin, der mit kleinen Chitinzähnen dicht übersät ist. Das ganze komplizierte Gebilde liegt in der Intersegmentalhaut zwischen 7. und 8. Abdominalsegment und ist in der Ruhelage so weit eingefaltet und von dem Hinterrand des 7. Segmentes überdeckt, daß es von außen nicht sichtbar ist. Bei der Begattung öffnet sich die auf diese Weise gebildete



Intersegmentaltasche und gewährt dem männlichen Kopulationsorgan Zutritt. Die komplizierten Bildungen des Ostiums finden nach Jordan in einer entsprechenden Ausbildung der männlichen Kopulationsanhänge ihren Widerhall.

Das Receptaculum seminis mündet mit dem Ductus receptaculi unmittelbar neben der Einmündungsstelle des Ductus seminalis in das Vestibulum. Es ist ein länglicher, dünnwandiger Sack, der seiner ganzen Länge nach mit der Lagena verwachsen ist. Bei unbegatteten Weibchen zeigt es in seinem distalen Teil einige faltenartige Einschnürungen, die

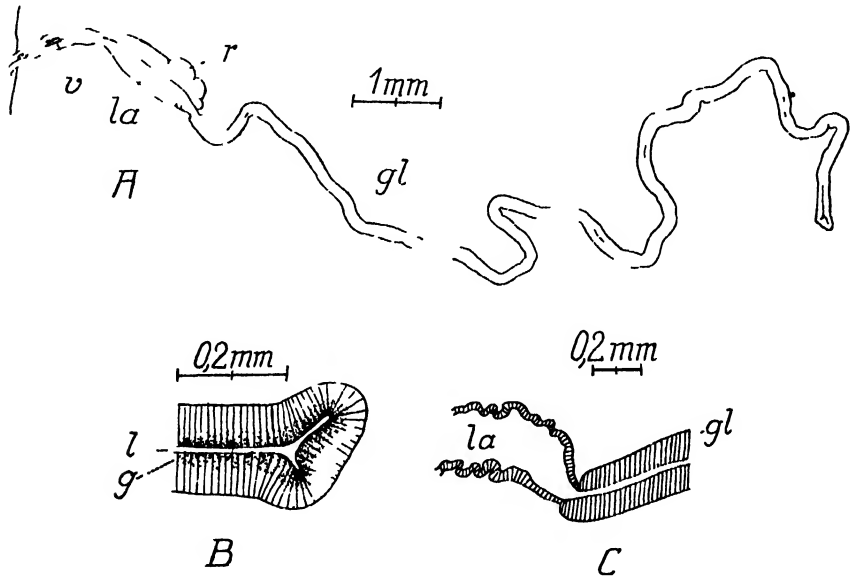


Abb. 14. *Papilio machaon* L. Receptaculum seminis eines 10 Tage alten, nicht begatteten Weibchens.

A = Gesamtansicht B = Ende der Anhangsdrüse, stärker vergr C = Übergangsstelle der Anhangsdrüse in die Lagena. g = granulierte Zone. gl = Glandula receptaculi. l = Lumen der Anhangsdrüse. la = Lagena. r = Receptaculum. v = Binnenapparat im Ductus receptaculi.

wahrscheinlich bei der Füllung mit Sperma ausgeglichen werden. Die Lagena ist von ungefähr gleicher Größe wie das Receptaculum und setzt sich in einen relativ langen Drüsenschlauch fort, der an seinem Ende die Spur einer Gabelung aufweist. Da der Endabschnitt der Anhangsdrüse bei sehr vielen der untersuchten Arten mehr oder weniger starke individuelle Verschiedenheiten aufwies, möchte ich jedoch nicht behaupten, daß hierin ein konstantes Merkmal zu erblicken sei. Bei starker Vergrößerung läßt sich an frischem Material eine deutliche Granulierung der dem Lumen des Drüsenschlauches zugewandten Zellhälften erkennen, die jedenfalls durch deren sekretorische Tätigkeit hervorgerufen ist. An der Mündung der Anhangsdrüse in die Lagena wird das hohe Zylinderepithel

des Drüsenschlauches ganz unvermittelt niedrig, so daß hier eine starke Einschnürung entsteht, bevor sich der Gang zur Bildung der Lagena birnförmig erweitert (Abb. 14).

Der Ductus receptaculi ist ein glatter, kurzer Schlauch, der nicht die sonst häufig beobachtete Spiralwindung erkennen läßt. Er enthält in seinem Innern eine sehr eigenartige Struktur, über deren Natur ich jedoch keine genaueren Angaben machen kann. Soweit ich erkennen konnte, handelt es sich um eine spezifische Ausbildung der Chitinintima sowie um ein besonderes Verhalten der Ausführgänge von Receptaculum und Lagena. Ähnliche Bildungen, die ich kurz mit dem indifferenten Ausdruck Binnenapparat des Ductus receptaculi bezeichnen möchte, ließen sich bei fast allen anderen untersuchten Arten in mehr oder weniger komplizierter Ausbildung feststellen. Vielleicht handelt es sich um einen Verschlußapparat, wie wir ihn bei anderen Insekten, besonders den Hymenopteren genauer kennen, wie er aber meines Wissens für die Lepidopteren noch nicht beschrieben wurde. Eine vergleichende Untersuchung auf Grund histologischer Methoden bei verschiedenen Arten könnte sicherlich hierüber genauere Aufschlüsse vermitteln.

Die Kittdrüsen sind außergewöhnlich lange Schläuche, die mit einer leichten Verdickung endigen. Bei einem Weibchen wurde die Länge eines Drüsenschlauches mit 122 mm bestimmt. Beide Kittdrüsen münden in ein gemeinsames Reservoir von fast kugelförmiger Gestalt (Abb. 15), das nur durch eine leichte Einschnürung zwischen den beiden Drüsenschläuchen an die Verhältnisse bei den meisten übrigen Schmetterlingen erinnert, wo die beiden Reservoirs in der Regel sehr weitgehend getrennt sind. Die Verschmelzung der beiden Reservoirs in so hohem Maße scheint ein Charakteristikum sämtlicher Papilioniden zu sein und wurde bei allen von mir untersuchten Arten festgestellt. Der Inhalt des Kittdrüsenreservoirs ist von weißer, milchiger Färbung.

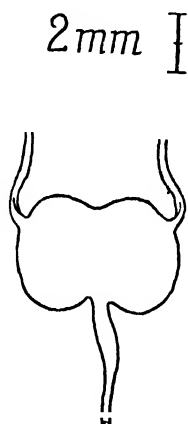


Abb. 15.  
*Papilio machaon* L.  
Kittdrüsenreservoir.

### b) *Thais polyxena* Schiff.

Es gelangten zwei Weibchen zur Untersuchung, die wie beim Schwalbenschwanz aus Puppen stammten, die während des Winters bei Zimmertemperatur gehalten worden waren. Von diesen schlüpfte das eine am 23. März, das andere am 26. Juni 1928, also 3 Monate später. Diese große Differenz in der Dauer der Puppenruhe kam auch, wie wir gleich sehen werden, in dem verschieden weit fortgeschrittenen Entwicklungszustand der Sexualorgane deutlich zum Ausdruck.

Bei dem zuerst geschlüpften Weibchen war der Fettkörper mächtig entwickelt und umlagerte alle inneren Organe. Er war von hell zitronen-

gelber Färbung genau wie der Eidotter. Die Ovarien enthielten zahlreiche Eianlagen und verjüngten sich zu langen dünnen Röhren, die wie bei *machaon* vor dem Ende eine Strecke weit miteinander verwachsen waren. Die Auszählung eines Ovarialschlauches ergab 12 legereife Eier und etwa 350 Eianlagen. In den beiden Eikelchen lag je ein legereifes Ei, ebenso im Oviductus communis, während die kurzen paarigen Eileiter leer waren.

Ganz anders lagen die Verhältnisse bei dem später geschlüpften Weibchen, das ebenso wie das vorige in frisch geschlüpftem Zustand untersucht wurde. Der Fettkörper war durch die lange Puppenruhe fast aufgebraucht, nur noch vereinzelte Teile waren vorhanden, die jedoch die Präparation in keiner Weise störten. Die Ovarien hatten ein ganz anderes Aussehen als bei dem früh geschlüpften Tier. Die Eischläuche waren kurz und kompakt, nicht wie dort lang und schlank. Die Zahl der legereifen Eier war etwas größer, durchschnittlich enthielt ein Eischlauch 14 Stück. Dafür war aber die Zahl der Eianlagen wesentlich geringer, durchschnittlich 16 pro Eischlauch, betrug also kaum mehr als die der legereifen Eier. Die genauen Zahlen für das eine Ovar betrugen:

1. Eischlauch . . . . .	13 legereife Eier, 16 Eianlagen
2.     "     . . . . .	13     "     "     17     "
3.     "     . . . . .	15     "     "     13     "
4.     "     . . . . .	16     "     "     18     "

Im ganzen Geschlechtsapparat befanden sich 123 legereife Eier, von denen je 3 bereits in die paarigen Ovidukte und ebenfalls 3 in den unpaaren Eileiter übergetreten waren. Entsprechend seinem geringeren Inhalt war auch das Abdomen dieses Weibchens kleiner und schlanker als bei dem früh geschlüpften Tier.

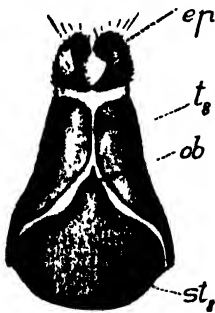


Abb. 16. *Thais polyxena* Schiff.  
Hinterleibsende des Weibchens  
von unten gesehen.

ep = Endplatten. ob = Ostium  
bursae. st<sub>8</sub> = Sternit des 8. Ab-  
dominalsegmentes. ts = Tergit  
des 8. Abdominalsegmentes.

Die Bursa copulatrix ist ein einfacher, relativ kleiner, birnförmiger Sack ohne besondere Ausbuchtungen, der allmählich in den kurzen ebenso wie der Bursasack mit dünnem, farblosem Chitin ausgekleideten Hals übergeht. Besondere Zahnplatten sind nicht ausgebildet. Der Ductus seminalis entspringt ganz unten am Bursahals und mündet unmittelbar neben der Einmündung des Ductus receptaculi in den Oviductus communis. Das Ostium bursae ist nicht mit jenen komplizierten Bildungen versehen, wie wir sie bei *machaon* kennen gelernt haben, sondern stellt einfach ein feines

Loch auf einer leicht warzenförmigen Erhebung dar. Es liegt am Hinterrand des 8. Abdominalsternites, der an der Stelle, wo er das Ostium trägt, nach hinten schnabelförmig ausgezogen ist (Abb. 16). Der Sternit stellt

entweder eine völlig isolierte Platte dar, oder er ist mit dem gleichfalls stark chitinisierten Tergiten seitlich verschmolzen, so daß das ganze Segment, welches das Ostium trägt, einen geschlossenen Chitinring darstellt. Das Ostium bursae ist auch in der Ruhelage sichtbar und nicht wie bei *machaon* von dem 7. Sterniten überdeckt.

Das Receptaculum seminis (Abb. 17) ist eine eiförmige, relativ große Blase, die nur an ihrer Mündung mit der Anhangsdrüse in Ver-

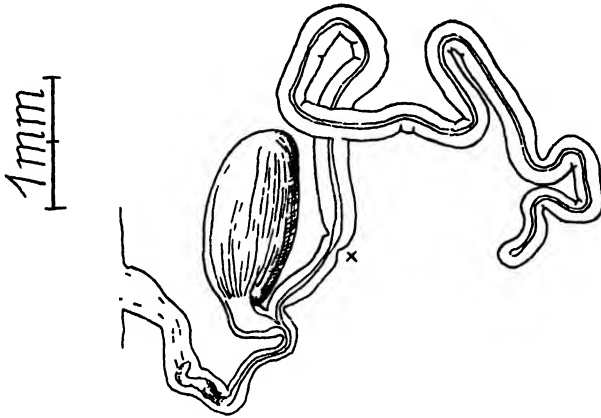


Abb. 17. *Thais polyxena* Schiff.  
Receptaculum seminis eines frisch geschlupften, unbegatteten Weibchens.

bindung steht, im übrigen aber frei ist. Die Anhangsdrüse selbst ist ein dicker, verhältnismäßig kurzer Schlauch, dessen Wandungen aus hohen Epithelzellen bestehen. Eine Lagena ist nicht entwickelt, doch ist die Stelle, wo die Anhangsdrüse in die Lagena sonst einzumünden pflegt, wie bei *machaon* auch hier an einer plötzlichen Verdünnung des Drüsenepithels kenntlich (bei x auf Abb. 17). Man könnte also vielleicht von einer Lagena sprechen, die jedoch nicht erweitert, sondern dünn und schlauchförmig entwickelt ist. Der Ductus receptaculi ist durch die mächtige Entwicklung eines Binnenapparates ausgezeichnet, dessen stark chitinisierte Teile deutlich durch die Wandungen hindurchschimmern.

Die Kittdrüsen sind verhältnismäßig kürzer als bei *machaon* und enden wie dort mit einer leichten Verdickung am blinden Ende. Ihre Reservoirs sind wie bei allen Papilioniden weitgehend verschmolzen, gegenüber denen von *machaon* jedoch durch zwei mächtige, trompetenförmige Ausstülpungen ausgezeichnet, die den beiden Hälften distal aufsitzen und deren verdünnte Enden in die

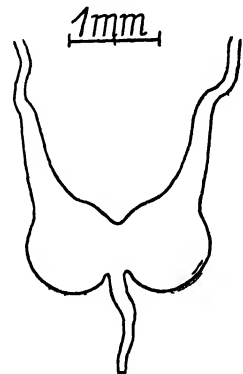


Abb. 18. *Thais polyxena* Schiff.  
Kittdrüsenreservoir.

beiden Drüenschläuche übergehen (Abb. 18). Das Reservoir war bei den beiden untersuchten Exemplaren mit einer zitronengelben Flüssigkeit prall gefüllt.

### c) *Aporia crataegi* L.

Der weibliche Geschlechtsapparat des Baumweißlings ist in vieler Beziehung besonders eigenartig. Zur Untersuchung gelangte ein Weibchen, das am 11. Juni 1928 geschlüpft war und in frisch geschlüpftem Zustand folgenden Befund zeigte:

Der Fettkörper ist von ockergelber Färbung und ungewöhnlich stark entwickelt. Die Ovarien sind spiralförmig eingerollt, weil sie sonst wegen der enormen Länge der Eischläuche im Abdomen nicht Platz finden, und von einem dichten Tracheennetz umspinnen. Die Ovarialschläuche verzweigen sich an den Enden sehr stark und erscheinen infolge ihrer Länge peitschenschnurartig ausgezogen. Legereife Eier sind noch keine vorhanden, dagegen ist die Zahl der Eianlagen unverhältnismäßig groß. Die Ovidukte sind dementsprechend leer, ebenso die Basalabschnitte der Eischläuche. Der Eidotter ist von der gleichen tief ockergelben Färbung wie der Fettkörper.

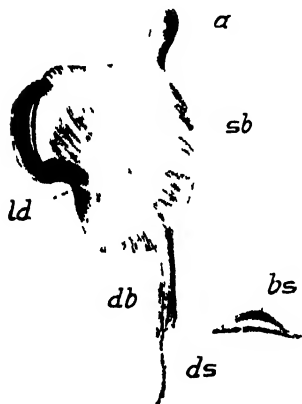


Abb. 19.

*Aporia crataegi* L. Bursa copulatrix.

(Das Ostium bursae ist abgetrennt.)

a = Anhang am Fundus. bs = Bulla seminalis. db = Bursahals. ds = Ductus seminalis. ld = Lamina dentata. sb = Bursasack.

Dieser relativ unentwickelte Zustand der Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen weist darauf hin, daß postmetabol noch legereife Eier gebildet werden müssen. Diese Notwendigkeit findet in der Biologie des Baumweißlings ihren Ausdruck, indem nach der Begattung (Stellwaag, 1924) noch 3—7 Tage, bei schlechtem Wetter bis zu 2 Wochen verstreichen müssen, bevor die Eiablage beginnt. Dieser Zeitraum dürfte ausreichen, um genügend legereife Eier heranwachsen zu lassen.

Eine sehr eigenartige Gestalt weist die Bursa copulatrix auf. Sie stellt ein mächtiges Organ dar mit einem großen geräumigen Sack, dessen Gestalt am besten aus der Abbildung 19 zu ersehen ist. Am Fundus sitzt ihm ein zweiter kleinerer Sack auf, der in seiner Form nicht ganz konstant zu sein scheint. Bei dem frisch untersuchten Exemplar hatte er die Gestalt eines fingerförmigen Anhangs (Abb. 19), bei einem mit Kalilauge behandelten Sammlungstück dagegen war er mehr kugelig und mit einem deutlich abgesetzten kurzen und engen Kanal mit dem Bursasack verbunden. In dem Besitz dieses Anhangs ähnelt die Bursa des Baumweißlings dem gleichen Organ von *Pieris brassicae* L., *rapae* L. und

*napi* L., wie es von Petersen (1904) abgebildet wurde. Die Intima des Sackes ist mit feinen, parallelen Rinnen versehen. Es ist nur eine Zahnplatte vorhanden, und diese liegt etwa in der Mitte der vorderen Wandung an einer tiefen Einbuchtung des Bursasackes. Sie ist von der Gestalt einer liegenden Acht, und ihre beiden symmetrischen Hälften springen halbkugelig nach innen in das Lumen des Bursasackes vor. Sie sind mit großen Chitinzähnen besetzt, deren jeder mit einem gesägten Kiel versehen ist (Abb. 20). Der Bursahals ist scharf abgesetzt und entspringt seitlich. In seiner Mitte zweigt der Ductus seminalis ab, der vor seiner Einmündung in den unpaaren Eileiter zu einer deutlichen Bulla seminalis erweitert ist. Unterhalb der Stelle, wo der Ductus seminalis entspringt, ist der Bursahals beträchtlich dünner als oberhalb derselben. Das Ostium

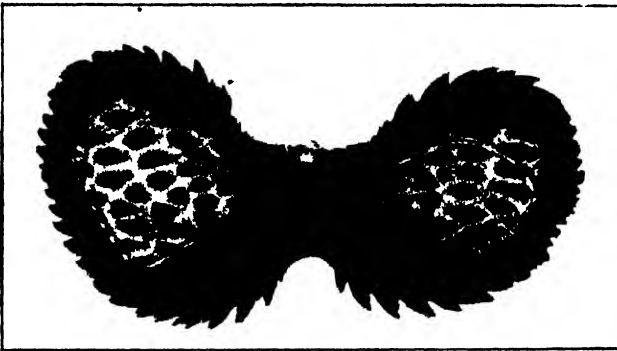


Abb. 20 *Aporia crataegi* L. Lamina dentata.  
(Microaufnahme, 40 fach vergrößert)

bursae ist von einem komplizierten System von Chitinfalten umgeben und liegt in der Intersegmentalhaut zwischen dem 7. und 8. Segment. In der Ruhelage ist es so weit eingefaltet und vom Hinterrand des 7. Segmentes überdeckt, daß es ähnlich wie bei *machaon* von außen nicht sichtbar ist.

Das Receptaculum seminis ist durch die Ausgestaltung der Anhangsdrüse besonders auffallend. Dieselbe ist sehr lang und mit Hunderten von verzweigten, fingerförmigen Anhängen besetzt. Das Receptaculum selbst ging bei der Präparation leider verloren, so daß ich über seine Beschaffenheit keine Angaben machen kann.

Die Kittdrüsen sind der Glandula receptaculi sehr ähnlich gebaut. Jede besteht aus einem Drüsenschlauch, dem unzählige kürzere, verästelte Schläuche aufsitzen. Die Tendenz der Anhangsdrüsen des weiblichen Geschlechtsapparates, Verzweigungen zu bilden, scheint, wie auch Befunde an anderen Arten zeigten, alle Drüsen in gleicher Weise zu erfassen. Die Reservoirs sind zwei längliche Gebilde, die an der Basis ineinander übergehen. An dieser Stelle entspringt der kurze Ductus sebaceus. Diese Form der Reservoirs wurde bei den untersuchten Schmetterlingen am

häufigsten gefunden. Der Inhalt der Reservoirs besteht aus einer zähen Flüssigkeit von der gleichen ockergelben Farbe wie der Fettkörper und der Eidotter. Die gleiche Färbung wiesen übrigens auch die Kittdrüsen selbst sowie deren Verzweigungen auf.

#### d) *Sphinx pinastri* L.

Ein Weibchen, das am 11. Mai 1928 aus einer Puppe geschlüpft war, die den natürlichen Verhältnissen entsprechend im Freien unter Moos überwintert hatte, zeigte in frisch geschlüpftem Zustande folgenden Befund:

Der Fettkörper war relativ schwach entwickelt und von weißer Farbe. An den Ovarien ist die große Länge der Eischläuche bemerkenswert,

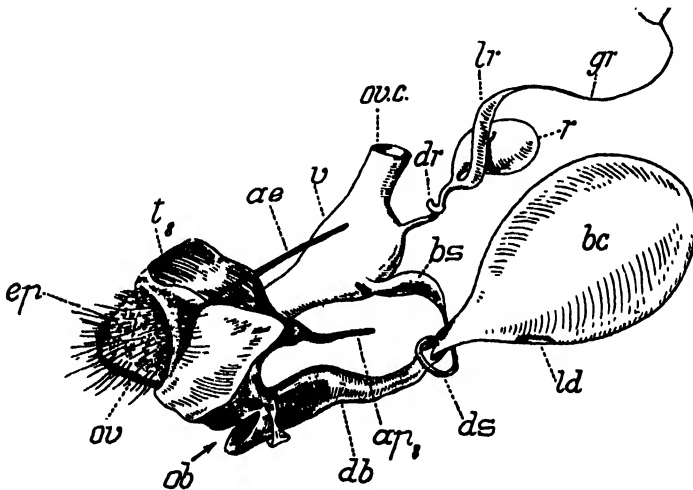


Abb. 21.

*Sphinx pinastri* L. Topographie der Ausführwege des weiblichen Geschlechtsapparates (nach einem Kahlaugenpräparat).

ae = Apophyse der Endplatte. ap<sub>8</sub> = Apophyse des 8. Segments. bc = Bursa copulatrix (Bursasack). bs = Bulla seminalis. db = Ductus bursae. dr = Ductus receptaculi. ds = Ductus seminalis. ep = Endplatten. gr = Glandula receptaculi. ld = Lamina dentata. lr = Lagena receptaculi. ob = Ostium bursae. ov = Oviporus. ov.c. = Oviductus communis. r = Receptaculum seminis. t<sub>8</sub> = Tergit des 8. Abdominalsegments. v = Vestibulum.

die vor dem kolbig verdickten Ende eine Strecke weit miteinander verwachsen und unregelmäßig aufgeknäuelte sind. Ein reiches Tracheennetz hält sie zusammen. Die legereifen Eier liegen nicht, wie es sonst meist der Fall zu sein pflegt, in den Eischläuchen dicht nebeneinander, sondern in Gruppen von 4—6 Stück, die durch mehr oder weniger große Zwischenräume getrennt sind. Ein eigentlicher Eikelch ist nicht ausgebildet; ein Teil der legereifen Eier, von denen im ganzen Ovar 56 festgestellt wurden, war bereits in die paarigen Ovidukte übergetreten. Außerdem enthielt jeder Eischlauch noch etwa 60 Eianlagen mit sichtbarer Dotterbildung.

Ganz ähnliche Zahlen ergab die Untersuchung frisch geschlupfter Weibchen, die bei Zimmertemperatur überwintert hatten, also der winterlichen Kälte nicht ausgesetzt waren.

Die Bursa copulatrix des Kiefernswarmers ist ein mächtiges Organ, das in gefülltem Zustand einen großen Teil des Abdomens ausfüllt. Sie hat die Gestalt eines birnförmigen Sackes, der allmählich in den Hals übergeht (Abb. 21). An der Übergangsstelle befindet sich in der Wand des Halses eine schildförmige, langgestreckte Chitinplatte. An dieser Stelle entspringt der Ductus seminalis. Nach dem Ostium zu erweitert sich der Hals etwas und mündet mit einer großen querspaltförmigen Öffnung, deren Vorder- und lippenförmig ausgezogen ist, auf dem 8. Sternit nach außen. Das Ostium ist auch in der Ruhelage sichtbar und nicht verdeckt. Vom Ostium aus ist der Bursahals etwa zur Hälfte seiner Länge mit stark chitinisierten Wandungen versehen, durch die er offengehalten wird. Das 8. Segment, das in seiner Sternalregion das Ostium bursae trägt, stellt einen geschlossenen Chitinring dar, der in der Pleuralgegend, da wo die Apophysen entspringen, spangenartig verdünnt und nach vorn ausgezogen ist. Im Bursasack findet sich eine einzige Zahnplatte in der Medianlinie der vorderen Wandung. Sie ist sehr klein und besteht aus zwei schmalen, eng beieinander liegenden parallel verlaufenden Bändern, die an den Vorderenden ineinander übergehen und dicht mit Chitinzähnen besetzt sind (Abb. 22). Der Ductus seminalis verläuft nicht geradewegs zum Oviductus communis, sondern ist stets einmal um den Bursahals herumgewunden. In der Nähe seiner Einmündungsstelle in das deutlich entwickelte Vestibulum erweitert er sich zu einer Bulla seminalis; seine Einmündungsstelle liegt unterhalb der Einmündung des Receptaculum.

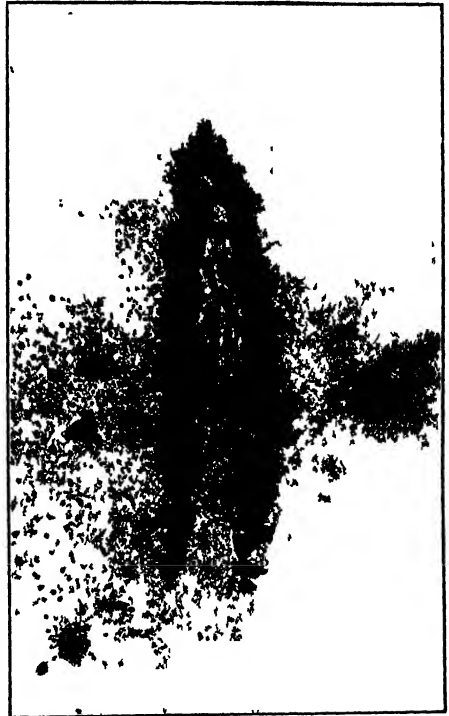


Abb 22. *Sphinx pinastri* L. Lamina dentata  
(Microaufnahme, 55fach vergrößert)

Das Receptaculum seminis steht in seiner Größe den übrigen Teilen des weiblichen Geschlechtsapparates nicht nach. Es ist eine eirunde Blase, die mit der langgestreckten Lagera nicht verwachsen ist. Die lange,



dicht von Tracheen und Fettkörperlappchen umlagerte Anhangsdrüse ist ein dickwandiger Schlauch, der bei frisch geschlüpften Exemplaren häufig mehrere weiße, stark granuliert Zonen aufweist, die offenbar Zeichen starker Sekretionstätigkeit sind, vielleicht auch ein physiologisch anders wirkendes Sekret liefern als das übrige Drüsenepithel (Abb. 23). Am Ende spaltet sich die Drüse sehr häufig, jedoch nicht immer, in zwei kurze Aste. Das Epithel der Lagena ist auch hier viel niedriger als das der

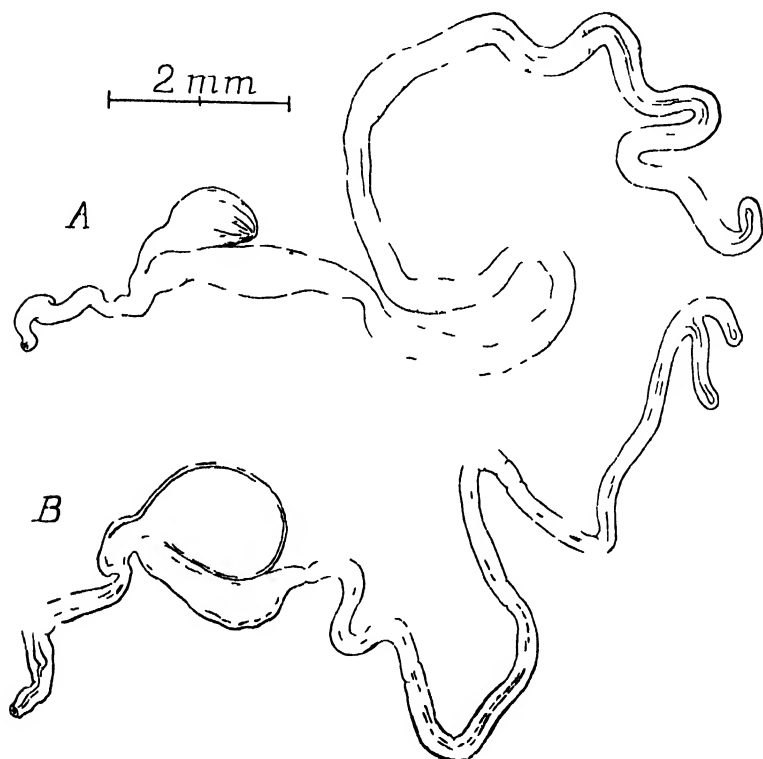


Abb. 23. *Sphinx pinastri* L. Receptaculum seminis.

- A = eines frisch geschlüpften, unbegatteten Weibchens. Die einfache Anhangsdrüse läßt mehrere granuliert Zonen erkennen.  
 B = eines älteren, begatteten Weibchens, nach der Eiablage. Die Anhangsdrüse ist am Ende gegabelt, das Receptaculum prall mit Sperma gefüllt.

**Anhangsdrüse.** Das Receptaculum ist bei unbegatteten Tieren von zahlreichen Längsfalten bedeckt und kann bei starker Füllung mit Sperma nach erfolgter Begattung sein Volumen mindestens auf das Dreifache vergrößern, wobei die Falten verstreichen, und die Oberfläche straff gespannt erscheint. (Abb. 23 B.) Der Ductus receptaculi ist kurz, stark spiralig aufgewunden und läßt in seinem Innern einen Binnenapparat erkennen, der jedoch bei weitem nicht so stark entwickelt ist wie bei den Papilioniden.

Die Kittdrüsen weisen an sich nichts Besonderes auf, doch sind die Reservoirs insofern von Interesse, als sie völlig getrennt sind, indem jedes für sich eine Auftreibung des zugehörigen Drüsen Schlauches darstellt (Abb. 24). Dieses morphologische Verhalten scheint für die meisten Sphingiden charakteristisch zu sein, denn Roepke (1909) bildet für *Smerinthus populi* L. und Schneider (1915) für *Deilephila euphorbiae* L. ganz ähnliche Kittdrüsenreservoirs ab. An der Basis verlängert sich jedes Reservoir zu einem dünnen Schlauch von etwa 2 mm Länge, und diese beiden Kanäle vereinigen sich zu einem sehr kurzen, dickwandigen Ductus sebaceus, der dorsal in den unpaaren Ovidukt mündet. Bei frisch geschlüpften Tieren sind die Reservoirs von einer wasserklaren Flüssigkeit erfüllt.

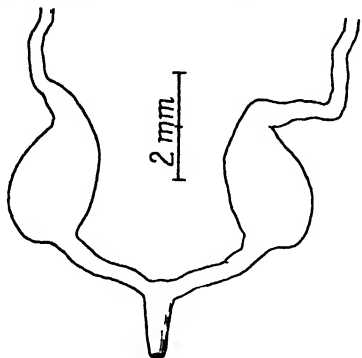


Abb. 24 *Sphinx pinastri* L.  
Reservoirs und Ausführungsgänge der Kittdrüsen.

#### e) *Dicranura vinula* L.

Zur Untersuchung lag mir ein einziges Weibchen vor, das am 29. März 1928 gegen Abend aus einer Puppe hervorging, die bei Zimmertemperatur überwintert hatte. Bei der Präparation war das Tier etwa 12 Stunden alt.

Die Ovarien sind sehr lang, ein Eischlauch maß 78 mm. Die Zone legereifer Eier ist bei weitem die größte in den Eischläuchen und enthielt pro Eischlauch 20—26 Stück. Im ganzen bringt der Falter also 160 bis 200 fertig entwickelte Eier aus der Puppe mit. Die Eier sind von eigenartiger abgeflachter Gestalt, von dunkelbrauner Farbe und tragen auf dem höchsten Punkt ihrer Wölbung die deutlich sichtbare Micropyle. Schon Leydig (1867) hat die Ovarialeier und die Struktur der Eischale dieses Falters genau beschrieben. In einem Eischlauch wurden außer den legereifen Eiern noch 34 Eianlagen gezählt.

Die Bursa copulatrix ist ein weiter, faltiger Sack, der ohne Bildung eines besonderen Halses mit einem breiten Querspalt in der Mitte des stark chitinierten 8. Abdominalsternites nach außen mündet. Der Vorderrand des Ostiums ist nach unten vorgewulstet, sonst zeigt dessen Umgebung keinerlei auffallende Bildungen. Zahnleisten sind nicht vorhanden, der Ductus seminalis entspringt unmittelbar hinter dem Ostium und erweitert sich kurz vor seiner Einmündung in den Oviductus communis zu einer schwach entwickelten Bulla seminalis.

Das Receptaculum seminis ist im Verhältnis zu der Größe des Falters ziemlich klein. Dies gilt ganz besonders für die Anhangsdrüse,

die außer durch ihre Kürze auch noch durch ihren geringen Durchmesser auffällt (Abb. 25). Sie erweitert sich am Ende zu einer keulenförmigen Anschwellung. Eine Lagena ist nur angedeutet als eine geringfügige Erweiterung des Basalteiles der Anhangsdrüse. Das Receptaculum selbst ist ein weiter, beim unbegatteten Tier in tiefe Falten gelegter Sack, der nicht mit der Lagena verwachsen ist. Der Ductus receptaculi ist spiralig

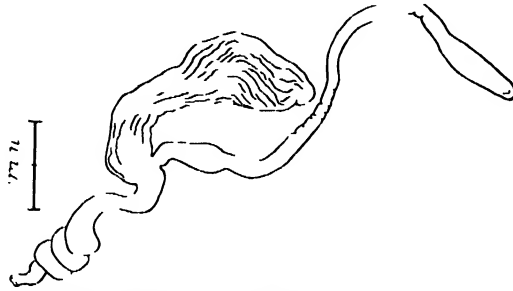


Abb. 25. *Dicranura vinula* L. Receptaculum seminis (nicht gefüllt).

aufgewunden und mündet kurz oberhalb der Einmündung des Ductus seminalis.

Die Kittdrüsen sind sehr lange, unverastelte Schläuche. Sie erweitern sich basalwärts zu den langgestreckten relativ dünnen Reservoiren, die an der Basis ineinander übergehen und an dieser Stelle den kurzen und dicken Ductus sebaceus aus sich hervorgehen lassen. Sie enthalten eine hellgrüne, klare Flüssigkeit.

### f) *Dasychira pudibunda* L.

Die untersuchten Falter stammen aus Kokons, die bei Zimmer-temperatur überwintert hatten und Ende Januar 1928 ausschlüpfen.

Die Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen machten einen ungewöhnlich weit entwickelten Eindruck. Die Eischläuche sind fast völlig von den braunbeschalteten, legereifen Eiern ausgefüllt und letztere sind auch bereits in die paarigen Eileiter und den Oviductus communis übertreten, die sie prall ausfüllen. Gegenüber der mit legereifen Eiern erfüllten Zone nimmt der mit unentwickelten Eiern erfüllte Endabschnitt der Eischläuche nur geringen Raum ein (Abb. 26). Jeder Eischlauch enthält 40—60 legereife Eier. Die Gesamtzahl der legereifen Eier, die bei frisch geschlüpften Weibchen in dem Ovar gezählt wurden, betrug: 410, 432, 461 und 471, also durchschnittlich 444 Stück. Eine postmetabole Entwicklung von Eianlagen zu legereifen Eiern findet bei *pudibunda* offenbar nicht statt, darauf weist die Untersuchung älterer Exemplare sowie die Zahl der abgelegten Eier hin.

Die Bursa copulatrix ist ein birnförmiger Sack, der ganz allmählich in den langen mit weicher Intima ausgekleideten Hals übergeht. Letzterer

ist nur in unmittelbarer Nähe des Ostiums chitinisiert und mündet als Querspalt mit seitlich etwas erhabenen Leisten und leicht eingekerbten

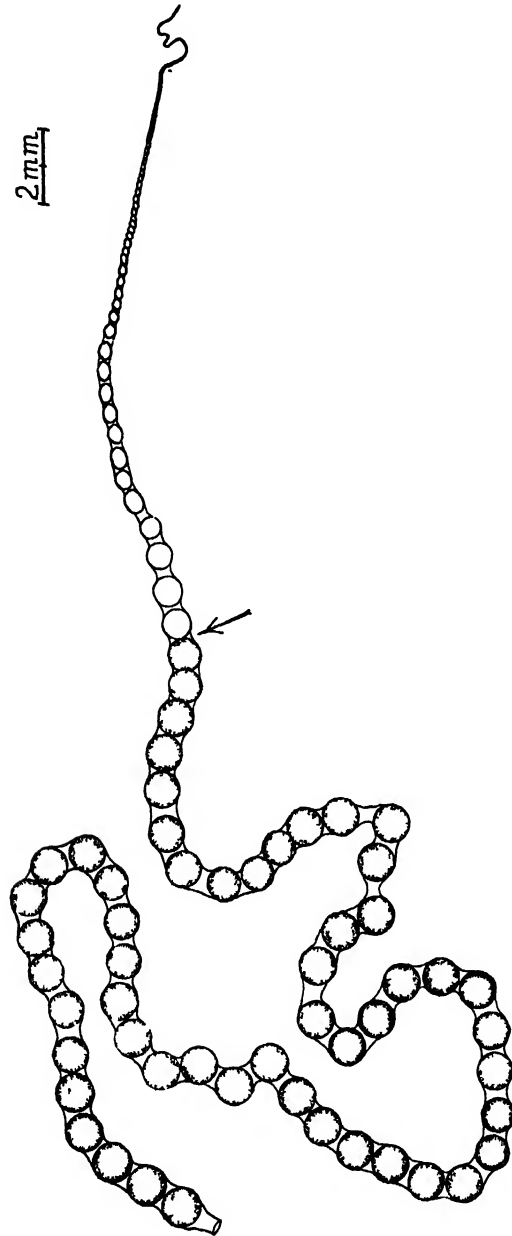


Abb. 26. *Dasychira pudibunda* L. Ovarialschlauch eines frisch geschlupften Weibchens. (Der Pfeil zeigt die Grenze zwischen der Zone der beschalteten, legereifen Eier und der Zone der Eianlagen an.)

Vorder- und Hinterrändern nach außen (Abb. 27). Kurz hinter dem Ostium entspringt der Ductus seminalis.

Das Weibchen von *D. pudibunda* besitzt, wie mehrere andere Lymantriiden, ein Duftorgan, das von Freiling (1909) aufgefunden und

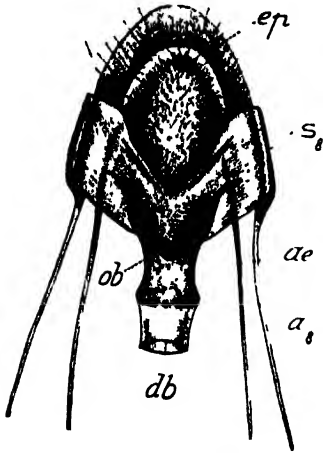


Abb. 27. *Dasychira pudibunda* L.  
Weibliche Genitalregion, von unten.

a<sub>8</sub> = Apophyse des 8. Segments. ae = Apophyse der Endplatte. db = Ductus bursae (die Bursa ist etwa in der Mitte des Halses abgetrennt.) ep = Endplatten. ob = Ostium bursae. s<sub>8</sub> = 8. Abdominalsegment.

später von Urbahn (1913) genauer beschrieben wurde. Dasselbe besteht aus einer hypodermalen Duftdrüse, die dorsal unter der weichen Intersegmentalhaut, die sich zwischen dem 8. Tergit und den Endplatten ausspannt, gelegen und für gewöhnlich eingefaltet ist. Auf die morphologischen Verhältnisse des weiblichen Abdominalendes hat dieses Organ jedoch höchstens insofern einen Einfluß, als die Intersegmentalhaut vielleicht etwas stärker entwickelt ist, als bei den Arten ohne Duftdrüse. Das Sekret soll ein Geruchsstoff sein, der zum Anlocken der Männchen dient.

Das Receptaculum seminis stellt sich als eine einfache längsovale Erweiterung der Anhangsdrüse dar, deren Entstehung so zu denken ist,

daß das Receptaculum selbst seiner ganzen Länge nach mit der Lagena verwachsen ist. Die Glandula receptaculi ist ein langer, einfacher Schlauch. Der Ausführgang ist kurz, spiralig gewunden und besitzt eine Erweiterung, die einen Binnenapparat birgt. (Abb. 28.)

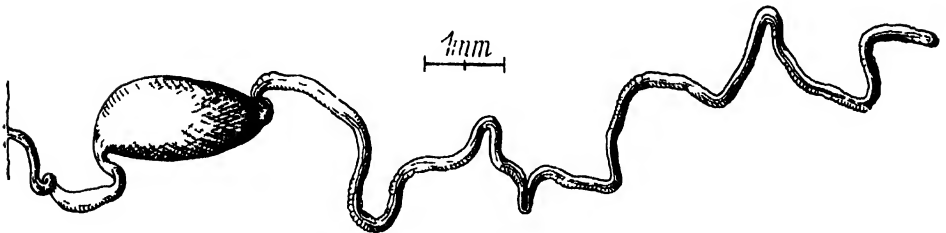


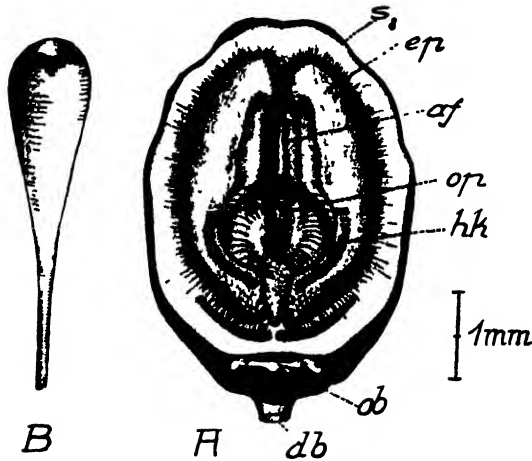
Abb. 28. *Dasychira pudibunda* L. Receptaculum seminis (nicht gefüllt).

Die Kittdrüsen sind unverzweigte Schläuche von 50–60 mm Länge. Ihre Reservoirs sind längliche Erweiterungen derselben, die, wie dies meist der Fall ist, an der Basis zusammenhängen. Der Ductus sebaceus ist kurz und dünn.

g) *Stilpnotia salicis* L.

Die Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen bestehen aus sehr langen dünnen Eischläuchen; deren Enden durch Tracheen und Fettkörperläppchen zu einem fast unentwirrbaren Knäuel zusammengeballt sind. Die Eischläuche sind zum größten Teil von legereifen Eiern erfüllt, von denen ein Eischlauch 46 Stück enthielt. Außerdem finden sich in den Endabschnitten noch zahlreiche Eianlagen.

Höchst eigenartig gestaltet ist die Bursa copulatrix sowie deren Mündungsgebiet. Der äußere weibliche Genitalkomplex liegt völlig frei als schildförmiges Gebilde (das sog. Afterfeld) am Hinterende des weib-

Abb. 29. *Stilpnotia salicis* L.

A = weibliche Genitalregion, von hinten gesehen. af = After. db = Ductus bursae (die Bursa ist abgetrennt). ep = Endplatten. hk = Haarkranz am Innenrande der Endplatten. ob = Ostium bursae. op = Oviporus.  $s_8$  = 8. Abdominalsegment.  
B = das löffelförmig verbreiterte Ende eines Haares vom Haarkranz der Endplatten bei starker Vergrößerung.

lichen Abdomens. Am auffallendsten daran sind die beiden mächtigen Endplatten, die an den oberen Enden eingerollt erscheinen und an dieser Stelle nicht zusammenhängen (Abb. 29). Sie lassen zwischen sich eine breite spaltförmige Öffnung frei, die sich nach unten kreisförmig erweitert. Der Rand dieser Erweiterung ist von einem dichten Kranz merkwürdig gestalteter Haare umstellt. Jedes derselben verbreitert sich nämlich am Ende löffelförmig und läuft in einen spitzen, hakenförmig eingebogenen Chitindorn aus. In der Tiefe des von den Endplatten gebildeten Spaltes sieht man einen länglichen Wulst, der die Afteröffnung und den Oviporus trägt. Die Afteröffnung ist ein Längsspalt und liegt über dem mehr rundlichen Oviporus. Beide sind völlig getrennt und von wulstig erhabenen dünn chitinierten Rändern umgeben.

Links und rechts von diesem, den After und Oviporus tragenden Längswulst springen zwei tiefe, dünnwandige Chitintaschen in das Innere des Abdomens vor, in die man von hinten her zwischen dem Afterwulst

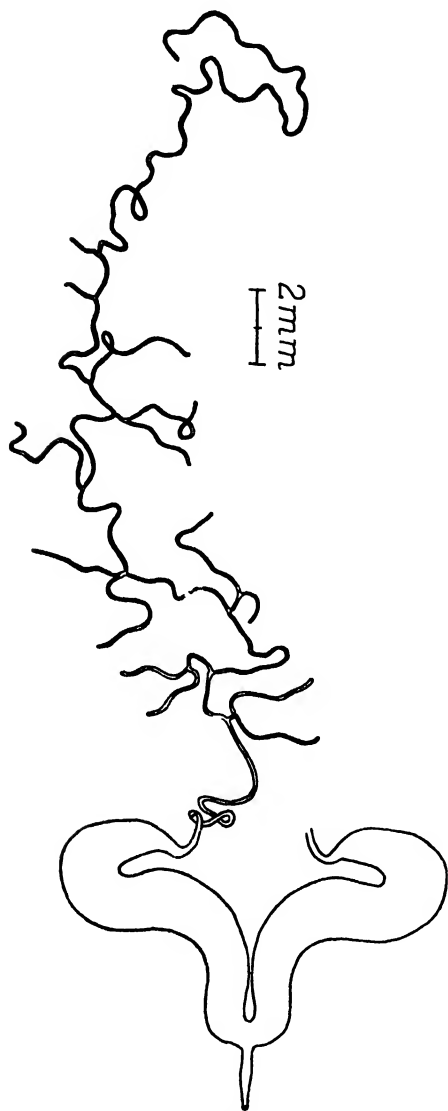


Abb. 30. *Stilpnotia salicis* L.  
 Stittdrüse mit Ausführungsgängen (der rechte Drüsen-  
 schlauch ist abgetrennt).

hypodermalen Drüsenzellen, deren jede mit einem der oben beschriebenen löffelförmigen Haare in Verbindung steht. Diese Haare, die wie erwähnt, in zwei Duftbüscheln am Innenrande der Endplatten angeordnet sind, sind aus Sinneshaaren hervorgegangen. Sie sind innen hohl, und in ihren

und dem Innenrand der Endplatten eine Sonde einführen kann. Der Komplex der Endplatten wird von einem dünnen, braunen Chitinring eingerahmt, der sich durch den Besitz der seitlich inserierenden vorderen Apophysen als das 8. Segment dokumentiert und von den Endplatten durch eine weiche, gefaltete und ziemlich ausgedehnte Intersegmentalhaut getrennt wird. Er trägt ventral das Ostium bursae, das von einer dunkelbraunen, hinten leicht eingekerbten Chitinplatte überdeckt wird. Letztere ist der zungenförmig ausgezogene Hinterrand des Sternites des 7. Abdominalsegmentes, das selbst keine weiteren Besonderheiten aufweist.

Freiling (1909) hat bei dem Weibchen von *St. salicis* ebenfalls ein Duftorgan entdeckt. Der Beschreibung desselben schickt er eine ausführliche Darstellung der Morphologie des Afterfeldes voraus nebst einer ausgezeichneten Abbildung desselben. Seine Angaben stimmen mit meiner obigen Darstellung völlig überein, nur scheinen ihm die beiden Chitintaschen an den Seiten des Afterwulstes entgangen zu sein. Das Duftorgan besteht nach dem genannten

Autor aus zahlreichen, großen,

Hohlraum ergießt sich das Drüsensekret, das durch zahlreiche feine Poren auf der konkaven Seite der „Duftlöffel“ nach außen gelangt, um hier zu verdunsten. Die Bedeutung dieser Gebilde ist demnach klar; nicht so die der beiden Chitintaschen, über die Freiling, wie erwähnt, keine Angaben macht. Die beiden Gebilde machen fast den Eindruck von ausstülpbaren Duftbläschen, wie sie z. B. beim Seidenspinnerweibchen vorkommen, oder von Sekretspeichern; doch erscheint dies wenig wahrscheinlich, da sie sonst Freiling, der gerade diesen Dingen besondere Aufmerksamkeit zuwandte und die Tiere auch im Leben beobachtete, sicherlich nicht entgangen wären. Wir müssen daher vorläufig auf eine Erklärung ihres Zweckes verzichten, der vielleicht später einmal durch eine genauere histologische Untersuchung geklärt werden kann.

Das Ostium bursae führt in einen kurzen Hals, der nur in unmittelbarer Nähe des Ostiums stärker chitinisierte Wandungen aufweist und in den geräumigen Bursasack übergeht. Der Sack ist walzenförmig, am Ende abgerundet und in der Mitte leicht eingeschnürt. Unmittelbar neben der scharf abgegrenzten Einmündungsstelle des Ductus bursae ist er in zwei stumpfe rückwärts gerichtete Zipfel ausgezogen. Auf seiner ventralen Wandung trägt der Bursasack eine auffallend kleine, aber doch deutlich kenntliche, kreisrunde und dicht mit Chitinzähnen besetzte Zahnplatte. Am Bursahals entspringt der lange Ductus seminalis, der im ersten Drittel seines Verlaufes zu einer mächtigen Bulla seminalis angeschwollen ist.

Das Receptaculum seminis besitzt eine Anhangsdrüse, die am Ende in zwei Äste gegabelt ist.

Die Kittdrüsen (Abb. 30) sind lange dünne Schläuche, denen zahlreiche in der Nähe der Basis meist dichotomisch gespaltene Äste aufsitzen. Die Reservoirs sind langgestreckt, hängen an der Basis zusammen und sind an den Enden eigenartig nach innen eingekrümmt. Der Ductus sebaceus ist ein kurzer, relativ dünner Schlauch, der an der Vereinigungsstelle der beiden Reservoirs entspringt.

### b) *Lymantria monacha* L.

Das Weibchen der Nonne ist dadurch ausgezeichnet, daß es über eine wohlentwickelte Legeröhre verfügt, die lang ausgestreckt werden kann, und mit der es seine Eier tief unter die Rindenschuppen schiebt. Die Ausbildung dieser Legeröhre hat auf die morphologische Gestaltung des weiblichen Abdominalendes und auch gewisser Teile der inneren Genitalorgane einen unverkennbaren Einfluß ausgeübt.

Die Segmentverhältnisse des weiblichen Abdomens sind auf Abb. 31 zu sehen. Hier ist die Legeröhre durch Druck auf die Seiten des Hinterleibsendes extrem ausgestreckt, das ganze Abdomen ist zur Sichtbarmachung der Segmentgrenzen von den Schuppen befreit worden. Die spezifischen Veränderungen, die in einer Verlängerung der letzten Segment-



komplexe zum Ausdruck kommen, sehen wir bereits am 7. Segment einsetzen. Der Tergit ist stark in die Länge gestreckt, während der Sternit, um die Einfaltung der folgenden Segmente zu ermöglichen, weichhäutig geblieben ist. Eine ähnliche Ausbildung zeigt auch das 8. Segment. Es ist stark in die Länge gestreckt, und die sternalen Sklerite sind völlig verschwunden. Es stellt also keinen geschlossenen Ring dar wie bei den meisten übrigen Schmetterlingen. Die Apophysen zeichnen sich durch große Länge aus und sind am Ende blattförmig verbreitert. Die Endplatten sind gleichfalls sehr lang geworden und mit sehr langen Apophysen versehen. Durch die langen Apophysen kann der Falter die letzten Segmente weit ausstrecken. Da die Intersegmentalhäute der letzten Segmente sehr stark entwickelt sind, können diese in der Ruhelage teleskopartig in

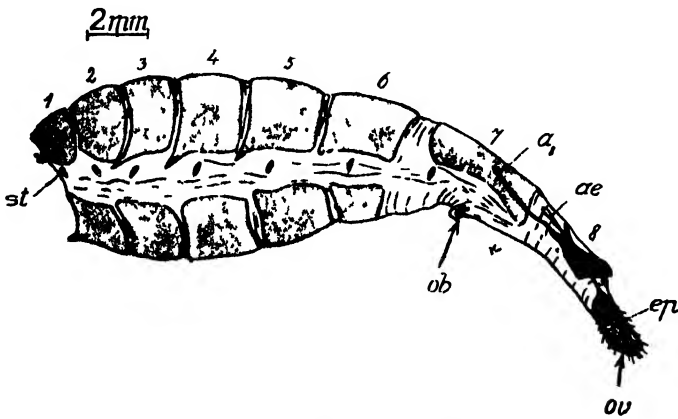


Abb. 31. *Lymantria monacha* L.

Abdomen eines Weibchens von der Seite gesehen mit extrem ausgestreckter Legeröhre.

1—8 = die Abdominalsegmente.  $a_8$  = Apophyse des 8. Segments. ae = Apophyse der Endplatte. ep = Endplatten. ob = Ostium bursae. ov = Oviporus. st = Stigmen.

das Abdomen zurückgezogen werden. Das Ostium bursae ist sehr weit nach vorn gerückt und liegt unterhalb des 7. Tergiten, indem die Intersegmentalhaut zwischen 7. und 8. Sternit weit nach vorn geschoben ist. Das Ostium stellt eine einfache Öffnung dar, an deren Rändern die weiche Chitinhaut etwas aufgewulstet erscheint. In der Hinterwand des Bursa-halses lassen sich unmittelbar hinter dem Ostium zwei kleine spangenartige Sklerite erkennen.

Die Ovarien der Nonne sind dadurch ausgezeichnet, daß die be-schalten Eier nicht, wie es sonst der Fall zu sein pflegt, allmählich in die Zone der Eianlagen übergehen, sondern daß hier eine scharfe, sofort sichtbare Grenze vorhanden ist. Sprengel (1928) gibt eine photographische Abbildung der Ovarien der Nonne sowie eine schematische Zeichnung, auf der diese Grenze deutlich zu sehen ist. Sie ist am Eischlauch durch eine starke Wulstung kenntlich und stellt die Grenze zwischen Eiröhren-stiel und Eiröhre dar. Über die histologischen Verhältnisse in dieser

Grenzzone wurde in der Einleitung kurz berichtet, ausführliche Angaben über die Entstehung dieser verschiedenen Teile des Eischlauches bringt die bereits mehrfach erwähnte Arbeit von Schneider (1915). Die im Eiröhrenstiel liegenden Eier sind sämtlich beschalt und legereif, die in der Eiröhre liegenden dagegen sind noch vom Follikel umgeben, wenngleich die ersten 6—8 Eier dieser Zone keine Nährzellen mehr aufweisen. Bei frisch geschlüpften Weibchen finden sich in jedem Eischlauch 5 bis 6 legereife Eier vor und außerdem in der Eiröhre noch etwa 23 Eianlagen. Im ganzen Ovar eines frisch geschlüpften Weibchens sind demnach 40—50 legereife Eier vorhanden.<sup>1)</sup>

Die Bursa copulatrix ist ungewöhnlich klein. Sie bildet einen länglichen, schmalen Sack, der in einen dünnen, schwach chitinierten

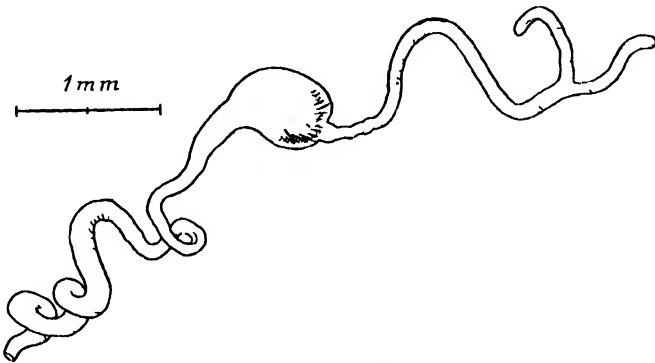


Abb. 32. *Lynx monacha* L.  
Receptaculum seminis (nicht gefüllt) mit einfacher Gabelung der Anhangsdrüse.

Hals von ungefähr gleicher Länge wie der Sack übergeht. An der Übergangsstelle entspringt der Ductus seminalis, der von außergewöhnlicher Länge ist und keine Bulla seminalis besitzt.

Das Receptaculum seminis erscheint als einfache Blase, die mit der Lagna so weit verwachsen ist, daß äußerlich eine Grenze kaum mehr zu erkennen ist (Abb. 32). Die Anhangsdrüse ist kurz und am Ende meist einfach gegabelt. Sehr häufig finden sich jedoch auch ganz unregelmäßige Bildungen des Endabschnittes, geweihartige, kurze Verästelungen, Durchbrechungen usw., die individuell sehr verschieden sein können (Abb. 33). Der Ductus receptaculi ist spiralig gewunden und fällt durch seine außergewöhnliche Länge auf. Er ist meist länger als die ganze Anhangsdrüse und mündet unmittelbar neben der Einmündungsstelle des Ductus seminalis in das deutlich ausgebildete Vestibulum.

<sup>1)</sup> Nach Sprengel (1928) sollen die Eischläuche der Nonne in Endfäden auslaufen, doch habe ich hier ebensowenig wie bei den anderen untersuchten Arten Endfäden feststellen können.

Die Kittdrüsen zeigen mehrere charakteristische Besonderheiten. Die Drüsenschläuche selbst sind lang und am Ende häufig, jedoch nicht immer gegabelt. Auch hier bestehen also, ähnlich wie bei der *Glandula receptaculi*, individuelle Verschiedenheiten. Solche scheinen auch bei anderen Arten vorzukommen, so beobachtete Prell (1914) bei *Cosmotriche potatoria* L. neben unverzweigten Kittdrüsen auch solche, die astförmig oder kammförmig verzweigt waren. Die Reservoirs sind sehr lang und posthornartig eingerollt. Sie verengen sich an der Basis, da wo sie zu-

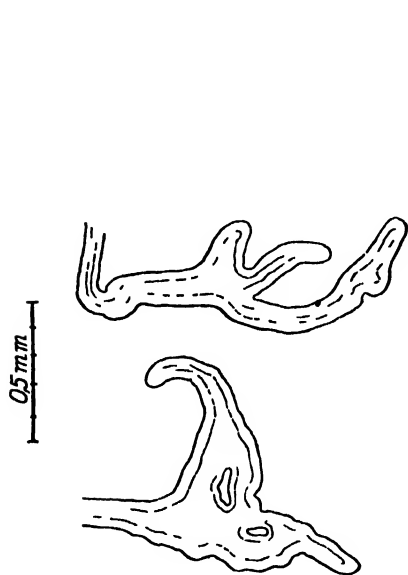


Abb. 33. *Lymantria monacha* L.  
Zwei verschieden ausgebildete Endabschnitte  
der *Glandula receptaculi*.

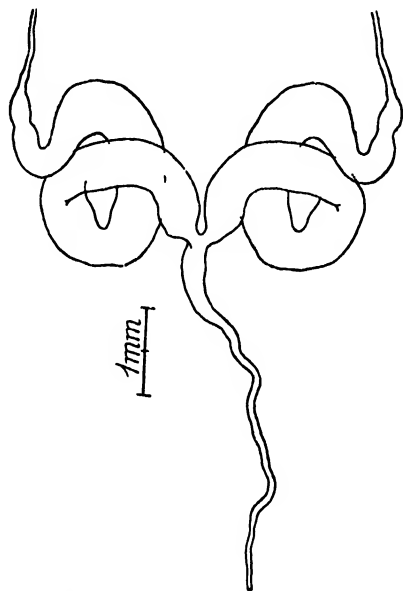


Abb. 34. *Lymantria monacha* L.  
Reservoirs und Ausführungsgänge der Kitt-  
drüsen.

sammenhängen und den Ductus sebaceus entsenden, der wiederum von ungewöhnlicher Länge ist (Abb. 34).

Die Länge der verschiedenen Ausführungsgänge der Anhangsdrüsen sowie des Ductus seminalis ist für den weiblichen Geschlechtsapparat der Nonne besonders charakteristisch. Sie steht ganz offensichtlich im engsten Zusammenhang mit der Ausbildung der Legeröhre. Wird diese bei der Eiablage ausgestreckt, so müssen die verschiedenen Kanäle der Streckung in das enge Lumen der Röhre hinein folgen, während das Receptaculum und die Reservoirs der Kittdrüsen ihnen dorthin nicht folgen können. Dies ist nur durch die große Länge dieser Ausführungsgänge möglich. Außerdem scheint die posthornartige Aufrollung der Kittdrüsenreservoirs selbst hiermit in Zusammenhang zu stehen und bei der Streckung der Legeröhre ein längeres Ausziehen zu ermöglichen.

1) *Dendrolimus pini* L.

Der Kiefernspinner gehört zu unseren größten Spinnerarten. Zur Untersuchung lag mir ein reiches Material vor, das aus überwinterten Raupen gezüchtet worden war.

Die Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen sind enorm entwickelt und füllen das Abdomen fast vollständig aus, während der Fettkörper bereits stark reduziert ist. Die einzelnen Eischläuche erreichen eine Länge von nahezu 10 cm. Ihre basalen Abschnitte enthalten zahlreiche legereife, beschalte Eier, die an der dunkelgrünen Färbung leicht kenntlich sind und sich dadurch von den Eianlagen unterscheiden, deren Dotter eine hellere, mehr blaugrüne Färbung aufweist. Und diese Färbung steht im Gegensatz zu der des Fettkörpers, der von gelblicher Farbe ist. Wenn auch in der Regel die Farbe von Dotter und Fettkörper übereinstimmen, so trifft dies, wie man sieht, nicht überall zu. Die legereifen Eier sind bei frisch geschlüpften Tieren bereits in die Ausführungsgänge übergetreten. So fanden sich z. B. bei einem Exemplar, das am 28. Juni geschlüpft war, in den paarigen Eileitern je 1, in dem Oviductus communis 2 legereife Eier. Die Eischläuche enthielten im Durchschnitt 17 legereife Eier. Die genauen Zahlen sind folgende:

	linkes Ovar			rechtes Ovar		
1. Eischlauch:	17 legereife Eier,			16 legereife Eier		
2.       "	18       "	"	"	16       "	"	"
3.       "	15       "	"	"	15       "	"	"
4.       "	16       "	"	"	18       "	"	"

Der ganze Geschlechtsapparat enthielt demnach mit den in den Ausführungsgängen befindlichen Eiern 135 legereife Eier. Dazu kommen noch 25 – 35 Eianlagen pro Eiröhre. Ähnliche Zahlen fanden sich auch bei anderen Exemplaren, so besaß z. B. ein zweites frisch geschlüpftes Weibchen 146 legereife Eier.

Der Oviductus communis mündet zwischen den beiden wulstigen, dicht behaarten Endplatten nach außen (Abb. 35). Diese besitzen auffallend lange Apophysen und sind außerdem durch eine mächtig entwickelte Intersegmentalhaut mit dem 8. Segment verbunden, so daß sie weit hervorgestreckt werden können.

Von besonderer Eigenart ist der Komplex der Bursa copulatrix und deren Mündungsgebiet. Die Bursa selbst fällt durch ihre geringe Größe und Gedrungenheit, sowie die Dicke ihrer Wandungen, die in unregelmäßige Falten gelegt sind, auf. Der Bursasack ist kaum dicker als der breite und geräumige Hals. In letzterem bemerkt man zu beiden Seiten je eine starke braune Chitinleiste, die sich am Übergangsgebiet in den Sack löffelförmig verbreitert und dessen Wandungen seitlich verstärkt (Abb. 35). Der Ductus seminalis entspringt an der Rückseite des Bursahalses und führt als glatter Schlauch ohne jede Anschwellung zu dem

Oviductus communis. Das Ostium bursae liegt am Vorderrande des 8. Sternites, das seitlich nicht wie bei den meisten anderen Arten mit dem Tergiten in Verbindung steht, sondern von diesem durch eine weiche

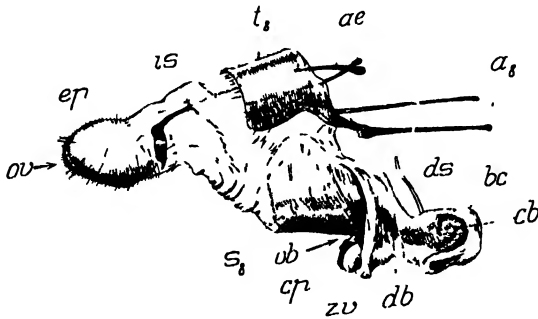


Abb. 35. *Dendrolimus pini* L.

Weibliche Genitalregion von der Seite mit weit ausgestreckten Endplatten.

$a_8$  = Apophysen des 8. Segmentes.  $ae$  = Apophysen der Endplatten.  $bc$  = Bursa copulatrix.  $cb$  = Chitinplatten in den seitlichen Wandungen des Bursasackes.  $cp$  = Chitinplatten an den beiden Seiten des Bursaeinganges.  $db$  = Ductus bursae.  $ds$  = Ductus seminalis.  $ep$  = Endplatten.  $is$  = Intersegmentalhaut zwischen 8. Segment und Endplatten.  $ob$  = Ostium bursae.  $ov$  = Oviporus.  $s_8$  = Sternit des 8. Abdominalsegments.  $t_8$  = Tergit des 8. Abdominalsegments.  $zv$  = zungenförmiger Fortsatz am ventralen Rande des Ostium bursae.

Pleuralhaut getrennt ist. Die Apophysen inserieren links und rechts am unteren Rande des Tergiten. Das Ostium selbst ist ein breiter Querspalt, dessen Randgebiet durch eine besonders derbe, lederartige, jedoch weiche

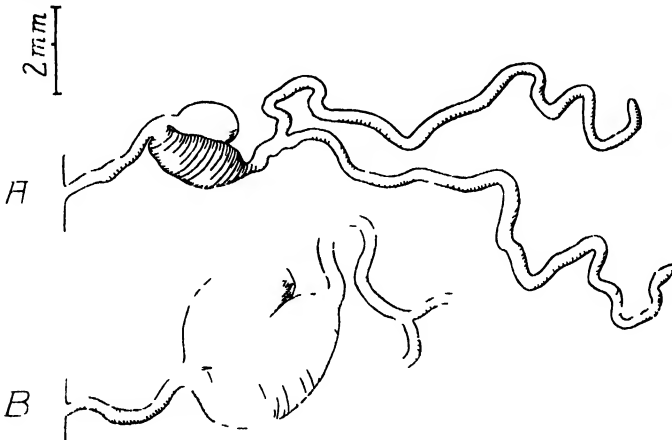


Abb. 36. *Dendrolimus pini* L. Receptaculum seminis.

A = eines frisch geschlüpften, unbegatteten Weibchens. B = in gefülltem Zustand, nach erfolgter Begattung. (Die Anhangdrüse ist bei B nur teilweise gezeichnet)

Haut ausgezeichnet, und dessen unterer Rand nach hinten zungenartig ausgezogen ist. Links und rechts wird die Bursaöffnung von zwei mächtigen dunkelbraunen Chitinleisten flankiert, die mit mehreren dicken Querleisten

versehen ist, deren Ränder kleine Chitinzähne tragen. Der 8. Sternit, der den Hinterrand des Ostiums bildet, trägt auf beiden Seiten je einen starken Chitindorn. Der ganze komplizierte Mündungskomplex ist für gewöhnlich weit eingefaltet und von dem 7. Sterniten überdeckt, so daß er in der Ruhelage unsichtbar ist.

Das Receptaculum seminis ist eine eiförmige Blase, die der Lagera ihrer ganzen Länge nach dicht angelagert ist (Abb. 36). Letztere ist gut entwickelt, größer als das Receptaculum selbst und sehr dickwandig. Ihre Oberfläche ist mit regelmäßigen, parallel verlaufenden Ringwülsten versehen. Die Anhangsdrüse gabelt sich kurz hinter ihrer Ursprungsstelle an der Lagera in zwei lange einfache Schläuche, die mit leichten Verdickungen endigen. Der Ductus receptaculi ist kurz und nur leicht gewunden.

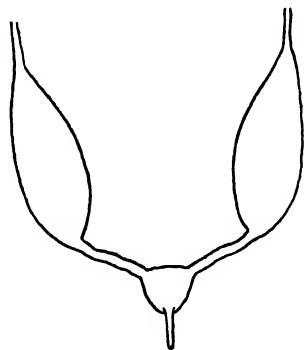


Abb. 37. *Dendrolimus pini* L.  
Reservoirs und Ausführungsgänge der  
Kittdrüsen.

Die Kittdrüsen zeigen selbst keinerlei Besonderheiten. Dagegen sind die Reservoirs von charakteristischem Aussehen. Sie erscheinen als zwei länglich-ovale Anschwellungen der Basalabschnitte der Drüsenschläuche. An der Basis verengen sie sich wieder zu zwei kurzen Kanälen, deren Vereinigungsstelle sich abermals zu einem dritten, allerdings wesentlich kleineren Reservoir erweitert (Abb. 37). Aus diesem entspringt der kurze und enge Ductus sebaceus.

#### k) *Aglia tau* L.

Schon bei frisch geschlüpften Weibchen finden sich alle Anzeichen einer sehr weit fortgeschrittenen Entwicklung des Genitalapparates. Der Fettkörper ist fast vollständig aufgebraucht, das Abdomen von den Ovarien zum größten Teil ausgefüllt. Die Zwischenräume zwischen den Eischläuchen werden von den mächtig entwickelten Tracheenblasen eingenommen, die die Präparation sehr erschweren. Die Ovarialschläuche sind fast völlig von legereifen Eiern ausgefüllt (Abb. 38), die länglich-oval, etwas abgeflacht sind und eine kastanienbraune Schale besitzen. Legereife Eier sind auch bereits in die Ausführungsgänge übergetreten, und in dem gut ausgebildeten Vestibulum liegt in der Regel ein Ei. Im Vergleich zu dem mit legereifen Eiern erfüllten Abschnitt der Eischläuche ist die Zone der Eianlagen winzig klein und sitzt wie ein winziger Fortsatz der Zone der legereifen Eier auf (Abb. 38). Der Eidotter ist grünlichgelb, etwas dunkler als der mehr weißliche Fettkörper. Bei keiner der bisher beschriebenen Arten machten die Ovarien einen so weit entwickelten Eindruck wie bei *A. tau*. Die

genauen Zahlen für das eine Ovar eines frisch geschlüpften Weibchens sind folgende:

1.	Eiröhre:	9	legereife Eier,	7	Eianlagen
2.	"	9	"	"	6 "
3.	"	7	"	"	7 "
4.	"	9	"	"	7 "

Dieses Ovar enthielt demnach 34 legereife Eier, das andere Ovar 48; mit den in die Ausführungsgänge übergetretenen Eiern waren demnach insgesamt 88 legereife Eier vorhanden. Für ein anderes frisch geschlüpftes Weibchen sind die entsprechenden Zahlen:

1.	Eiröhre:	12	legereife Eier,	11	Eianlagen
2.	"	13	"	"	8 "
3.	"	14	"	"	10 "
4.	"	17	"	"	9 "

Die Bursa copulatrix ist im Verhältnis zur Größe ihres Trägers sehr klein. Sie stellt einen einfachen dünnwandigen Sack ohne jede Ausbuchtung dar. Der Hals ist scharf abgesetzt, dünn und ohne Wandverstärkungen (Abb. 39). Es steht durch einen weiten Ductus seminalis mit dem Vestibulum in Verbindung. Das Ostium bursae ist eine nadel dünne Öffnung, die am Vorderrand des stark chitinisierten 8. Sternites gelegen ist. Dieser ist nach hinten zu einem langen zungenförmigen, frei vom Körper abstehenden Fortsatz ausgezogen. Die Seitenteile des 8. Sternites sind dünn und mit dem Tergit zu einem geschlossenen Ring vereinigt. An der Vereinigungsstelle entspringen die kurzen, ventral gebogenen Apophysen. Die Intersegmentalhaut zwischen dem 8. Segment und den Endplatten zeigt ventral einige komplizierte Faltungen (Abb. 39).

Auch *A. tau* besitzt ein Duftorgan, das von Urbahn (1913) entdeckt und genauer beschrieben wurde. Es besteht aus einem Duftfeld, das ventral den Bezirk der Intersegmentalhaut zwischen dem 8. Segment und den Endplatten einnimmt und über das sich zwei Haarbüschel, die aus zwei taschenartigen Einstülpungen vor dem Duftfeld hervorragen, hinüberlegen und eine intensive Verdunstung des Sekretes bewirken. Auf Abb. 39 sind diese Duftbüschel entfernt, um die chitinösen Teile besser sichtbar zu machen, doch gibt Urbahn in seiner Arbeit eine Abbildung, die eine Ventralansicht der Genitalregion des Weibchens von *A. tau* darstellt, auf der die beiden Duftbüschel links und rechts von der Chitinplatte, die das Ostium bursae trägt, deutlich zu sehen sind. Die oben erwähnten Faltungen in der Intersegmentalhaut zwischen 8. Segment und Endplatten stehen demnach mit der Ausbildung dieses Duftorganes in Beziehung.

Das Receptaculum seminis ist winzig klein und entspricht in dieser Beziehung vollkommen der kleinen Bursa. Es erscheint als kleines Anhängsel des Vestibulums. Es besteht aus einer kleinen eiförmigen Blase, an deren Basis die Anhangsdrüse ohne sichtbare Bildung einer Lagena

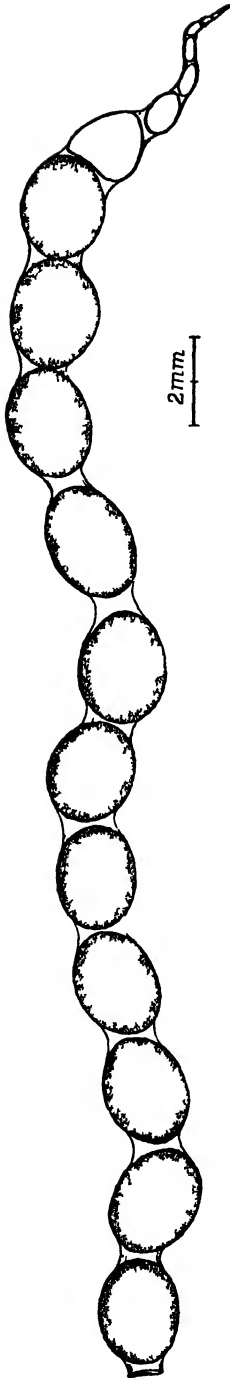


Abb 38 *Aglia tau* L.  
Eischlauch eines frisch geschlupften  
Weibchens. Die beschalteten, legerreifen  
Eier sind punktiert, die Eianlagen weiß.

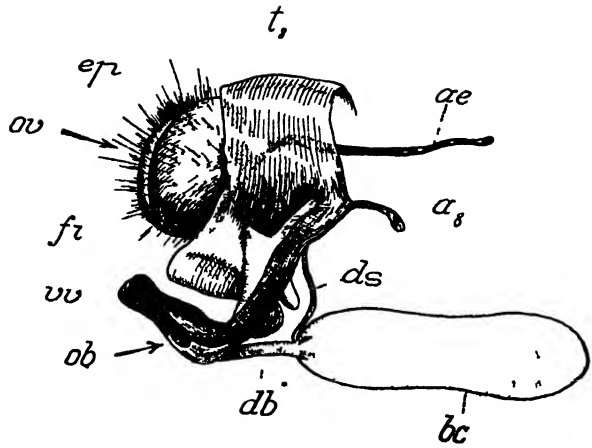


Abb. 39 *Aglia tau* L. Weibliche Genitalregion von der Seite  
a<sub>8</sub> = Apophyse des 8. Segments ae = Apophyse der Endplatte.  
bc = Bursa copulatrix db = Ductus bursae ds = Ductus  
seminalis ep = Endplatten fr = Falte der Intersegmental-  
haut zwischen 8. Segment und Endplatten. ob = Ostium bur-  
sae ov = Oviporus t<sub>8</sub> = Tergit des 8. Abdominalsegments  
vv = Chitinfortsatz des 8. Sternits, der auf der Ventralseite  
das Ostium bursae trägt

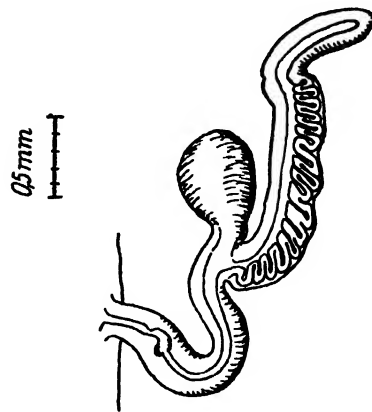


Abb. 40. *Aglia tau* L.  
Receptaculum seminis, ungefüllt.



einmündet. Die Anhangsdrüse ist ungewöhnlich kurz, dafür aber seitlich eine Strecke weit mit kleinen Ausbuchtungen versehen. Vielleicht ist dieser gefaltete Teil in seiner ganzen Ausdehnung als Lagena aufzufassen, die Anhangsdrüse wäre dann nur ein kleiner fingerförmiger Fortsatz derselben (Abb. 40). In dem kurzen Ductus receptaculi läßt sich ein deutlicher Binnenapparat erkennen.

Die Kittdrüsen sind lange, einfache Schläuche, die die dreifache Körperlänge (etwa 9 cm) erreichen. Die Reservoirs sind von eigenartiger

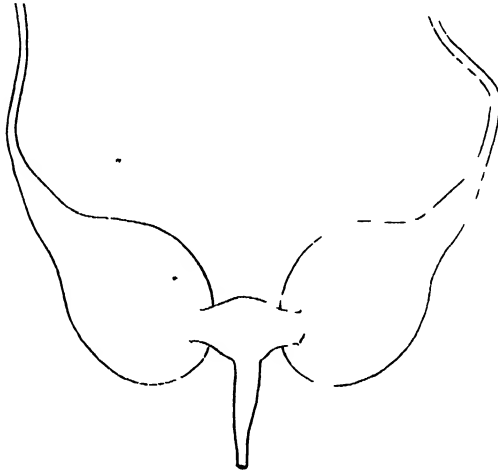


Abb. 41. *Aglia tau* L. Reservoirs und Ausführungen der Kittdrüsen.

Gestalt, zwei umgekehrt birnförmige Säcke, deren dünne Teile in die Drüsenschläuche übergehen. Die verdickten Basalabschnitte stehen durch einen kurzen Quergang miteinander in Verbindung, der in der Mitte etwas anschwillt und an dieser Stelle den kurzen Ductus sebaceus aus sich hervorgehen läßt (Abb. 41).

### 1) *Acronicta aceris* L.

Zur Untersuchung gelangte ein Weibchen, das einer Kultur entstammte, die bei Zimmertemperatur gehalten war. Es schlüpfte am 19. April 1928 und wurde am nächsten Tag im Alter von etwa 24 Stunden untersucht. Der Fettkörper war noch mächtig entwickelt, von weißgelber Färbung und überlagerte alle inneren Organe.

Hinsichtlich der Morphologie des Genitalapparates der weiblichen Ahorneule sind eine Reihe von Besonderheiten zu verzeichnen, die wieder höchst charakteristisch sind und bei keiner anderen Art beobachtet wurden. Als solche möchte ich die enorme Größe der Bursa und der Glandula receptaculi bezeichnen sowie die teilweise Verwachsung der Kittdrüsenreservoirs mit dem Rectum.

Betrachten wir zunächst die Ovarien. Die Eischläuche sind von gewaltiger Länge und vielfach gewunden. Sie sitzen als dünne und zarte Röhren den sehr stark entwickelten, dickwandigen, trichterförmigen Eikelchen in weitem Abstand auf. (Siehe Abb. 7.) Auch die paarigen Ovi-

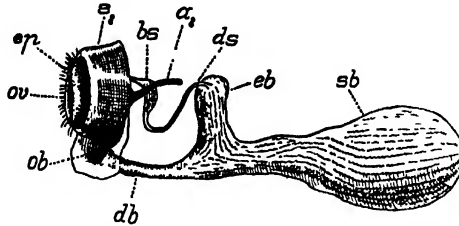


Abb. 42. *Acronicta aceris* L. Weibliche Genitalregion von der Seite.

a<sub>8</sub> = Apophyse des 8. Segments. bs = Bulla seminalis. db = Ductus bursae. ds = Ductus seminalis. eb = seitliche Erweiterung des Bursasackes. ep = Endplatten. ob = Ostium bursae. ov = Oviporus. sb = Bursasack. s<sub>8</sub> = 8. Abdominalsegment.

dukte sind relativ lang. In den Eischläuchen finden sich große Mengen von Eianlagen, schätzungsweise 150–200 pro Eischlauch, während beschalte Eier nur in geringer Zahl, 1–3 in jedem Ovarialschlauch in der Basalzone vorhanden sind. Der Dotter der Eianlagen ist gelblich, von der

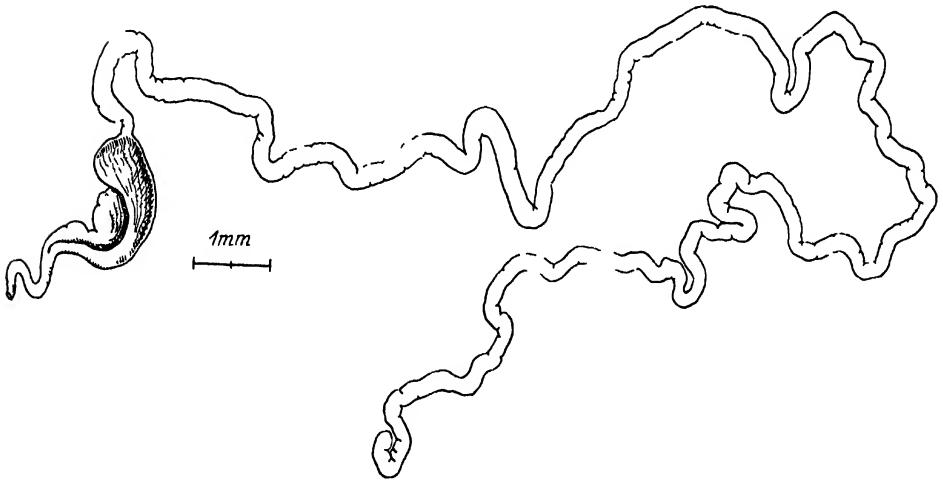


Abb. 43. *Acronicta aceris* L.

Receptaculum seminis eines frisch geschlüpften, unbegatteten Weibchens.

gleichen Farbe wie der Fettkörper. Die geringe Zahl legereifer Eier deutet auf eine postmetabole Entwicklung von Eianlagen hin.

Die Bursa copulatrix ist ein dünnwandiger Sack von einer im Vergleich zur Körpergröße des Falters riesigen Ausdehnung (Abb. 42). Die Innenwand ist von einer dünnen Chitinschicht ausgekleidet, die in zahlreiche Längsfalten gelegt ist und weder Zahnplatten noch besondere

Wandverstärkungen trägt. An der Übergangsstelle in den Hals zweigt seitlich eine weite Ausbuchtung ab, an deren Ende der Ductus seminalis entspringt. Dieser ist ein dünner Schlauch, der im letzten Drittel seines Verlaufes zu einer Bulla anschwillt. Er mündet weit unten in ein gut entwickeltes Vestibulum. Der Ductus bursae ist dünnwandig, ohne besondere Chitinisierung. Das Ostium bursae liegt in der Intersegmentalhaut zwischen 7. und 8. Abdominalsegment und stellt eine einfache runde Öffnung dar, die keine besonderen Differenzierungen in ihrer Umgebung aufweist.

Das Receptaculum seminis ist nicht unähnlich dem von *P. machaon*. Es ist seiner ganzen Länge nach mit der Lagena verwachsen, die sehr

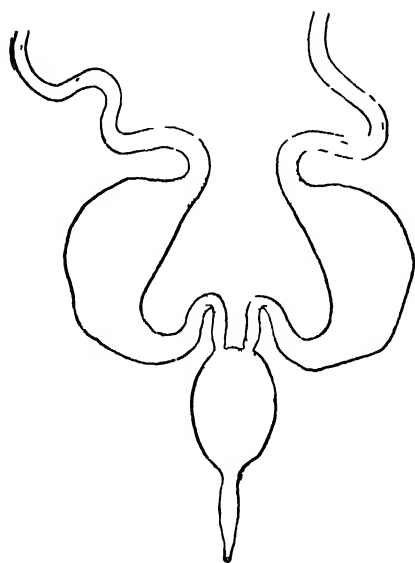


Abb. 44. *Acronicta aceris* L.  
Reservoirs und Ausführungsgänge der Kittdrüsen.

groß und geräumig ist, weit größer als das Receptaculum selbst (Abb. 43). Besonders auffallend ist die riesige Anhangsdrüse wegen ihrer Dicke und Länge. Sie ist ein einfacher und ungeteilter Schlauch, der in gestrecktem Zustand die Länge des ganzen Tieres erreichen dürfte. Es besteht hier offenbar eine Korrelation zwischen der Größe der Bursa und dieser Anhangsdrüse, die auch bei anderen Arten, z. B. *A. tau*, wo die beiden Organe ungewöhnlich groß sind, zu beobachten ist.

Die Kittdrüsen sind lange Schläuche von gelblicher Farbe. Ihre Reservoirs sind dicke Anschwellungen des Basalabschnittes, die sich proximal wieder zu einem kurzen Kanal verengen. Diese

beiden Kanäle münden getrennt in ein unpaares kleineres, ovales, drittes Reservoir, aus dem der kurze Ductus sebaceus entspringt (Abb. 44). In dieser Beziehung ähnelt der Bau der Reservoirs dem von *D. pini*. Doch weist er eine Besonderheit auf, die seither noch bei keiner anderen Art beobachtet wurde. Das kleine unpaare Reservoir und die Verbindungsschläuche zwischen diesem und den paarigen Reservoirs sind nämlich mit der Außenwand des Rectums fest verwachsen, so daß es schwer ist, sie davon abzupräparieren. Der Ductus sebaceus ist dann wieder frei und mündet weit unten in den Oviductus communis. Die Reservoirs sind bei frisch geschlüpften Tieren von einer trüben weißlichen Flüssigkeit erfüllt.

m) *Panolis piniperda* Panz.

Die Forleule gehört zu unseren wichtigsten Forstschädlingen. Ich habe ihr daher besondere Aufmerksamkeit geschenkt und bereits in einer früheren vorläufigen Mitteilung (Eidmann, 1928) kurz über einige Ergebnisse berichtet. Die den folgenden Angaben als Material dienenden Tiere entstammen Puppen, die im Winter bei Zimmertemperatur gehalten waren.

Frisch geschlüpfte Weibchen besitzen noch einen stark entwickelten Fettkörper von zitronengelber Färbung. Die Eischläuche sind stark gefüllt, manchmal finden sich auch schon legereife Eier in den Ausführungsgängen. Letztere zeigen keine bemerkenswerten Besonderheiten. Die Eischläuche sind am Ende eine Strecke weit miteinander verwachsen, bevor sie mit einer kolbigen Verdickung endigen. In ihnen fällt die enorme Zahl von Eianlagen auf, die weit größer ist als die relativ geringe Zahl legereifer Eier, die im Basalabschnitt angesammelt sind (Abb. 5). Eine größere Reihe von Zählungen wurde ausgeführt; um die Zahl der legereifen Eier wie der Eianlagen in den Ovarien festzustellen.

Die folgende Tabelle enthält die Eizahlen aus dem Ovar eines Weibchens, das am 1. Februar 1928 geschlüpft war und in frisch geschlüpfem Zustand untersucht wurde:

	linkes Ovar			rechtes Ovar		
	legereife Eier	Eianlagen	Summe	legereife Eier	Eianlagen	Summe
1. Eischlauch	8	76	84	9	67	76
2. Eischlauch	8	63	71	7	73	80
3. Eischlauch	10	61	71	7	65	72
4. Eischlauch	9	67	76	12	67	79
Summe:	35	267	302	35	272	307

Die beiden Ovarien enthielten demnach insgesamt 70 legereife Eier und 539 Eianlagen.

Aus der vorstehenden Tabelle ergibt sich, daß sämtliche Eischläuche in der Zahl der legereifen Eier und der Eianlagen untereinander keine größeren Unterschiede zeigen, und daß auch die Zahlen für die beiden Ovarien ungefähr übereinstimmen. Wir haben in dem vorliegenden Fall für einen Eischlauch durchschnittlich 8—9 legereife Eier und 67 Eianlagen. Bei den anderen untersuchten Exemplaren fanden sich ganz ähnliche, Verhältnisse wie aus der nächsten Tabelle hervorgeht. Hier sind jeweils nur die Zahlen für einen einzigen Eischlauch angegeben und durch Multiplikation die ungefähre Gesamtsumme errechnet, was nach dem soeben Gesagten ja auch ein annähernd richtiges Bild vermitteln dürfte. Es handelt sich dabei wiederum nur um frisch geschlüpfte Weibchen:

Nr.	ein Eischlauch			ganzes Ovar		
	legereife Eier	Eianlagen	Summe	legereife Eier	Eianlagen	Summe
1	10	42	52	80	336	416
2	9	65	74	71	520	592
3	11	88	99	88	704	792
4	13	46	59	104	368	472
5	11	41	52	88	328	416
Durchschnitt	11	56	67	86	451	534

Die hier gefundenen Durchschnittswerte stimmen mit den Zahlen, die Eckstein (1924) gefunden hat, ziemlich gut überein. Der genannte Autor schreibt darüber: „Das Weibchen hat bald nach dem Schlüpfen (Mittel aus

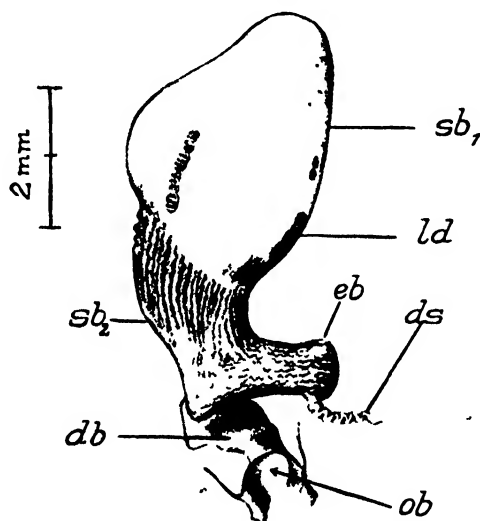


Abb. 45. *Panolis piniperda* Panz. Bursa copulatrix.

db = Ductus bursae. ds = Ductus seminalis. eb = seitliche Erweiterung des Bursasackes. ld = Lamina dentata. ob = Ostium bursae. sb<sub>1</sub> = distaler Abschnitt des Bursasackes. sb<sub>2</sub> = proximaler Abschnitt des Bursasackes.

zahlreichen Zählungen) in den einzelnen Eischläuchen 12—16 legereife Eier und 36—37 unreife Eier oder Eianlagen; im ganzen Ovarium wurden gezählt 28—92, im Mittel 56 legereife Eier und 348—544, im Mittel 433 Eianlagen, so daß unter günstigen Lebensbedingungen das Weibchen 483 bis zu 636, rund 500 Eier produzieren kann.“

Hinsichtlich der Segmentverhältnisse des Abdomens der Forleule verweise ich auf Abb. 1. Wir sehen dort, daß das 7. Segment verlängert, das 8. aber wieder stark verkürzt ist, und daß die Endplatten nur wenig ausgestreckt werden können, was mit den Eiablagegewohnheiten (die Forleule legt ihre Eier in Form von Eizeilen an die Nadeln) in Zusammenhang steht. Das Ostium bursae liegt relativ weit rückwärts, unmittelbar

unterhalb der Endplatten, wenn diese nicht ausgestreckt sind, und stellt eine weite, stark chitinierte Öffnung dar, die keine besondere Differenzierung aufweist (Abb. 2).

Das Ostium führt in den etwas engeren Hals, der sehr stark chitinierte Wandungen hat und nach etwas gekrümmtem Verlauf in eine höchst eigenartig gestaltete Bursa copulatrix einmündet, deren Form besser als durch lange Beschreibungen aus Abb. 45 hervorgeht. Wir sehen, daß der sehr geräumige und unverhältnismäßig große Bursasack, der in gefülltem Zustand einen großen Teil des Abdomens ausfüllt, aus zwei deutlich geschiedenen Abteilungen besteht, einer unteren stark chitinierten, etwas engeren und einer oberen, dünnwandigen und weiteren von ungefähr eichel-förmiger Gestalt. Die Wandungen dieses letzten Abschnittes sind in regelmäßige, an der Spitze zirkulär, sonst längs verlaufende feine Falten gelegt und tragen auf der Innenseite 4 Zahnleisten. Diese erscheinen als schmale,

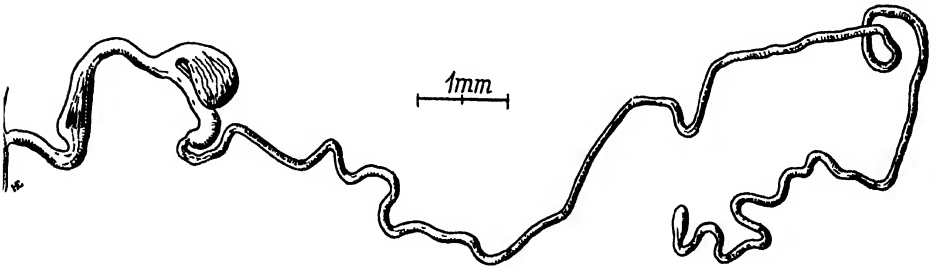


Abb. 46. *Panolis piniperda* Panz.  
Receptaculum seminis eines frisch geschlüpften, unbegatteten Weibchens.

etwa in gleichem Abstand längs verlaufende, manchmal unterbrochene Bänder, die einen regelmäßigen Besatz feiner Chitinzähnen aufweisen (Abb. 9).

Der untere Abschnitt des Bursasackes ist stark verengt und deutlich gegen den oberen Abschnitt abgesetzt. Infolge der stärkeren Chitinisierung seiner Wandungen ist er von brauner Farbe. Besonders auffallend sind an ihm die zahlreichen längsverlaufenden Parallelfalten, die tief einschneiden und nicht gerade, sondern wellenförmig verlaufen. An der Übergangsstelle in den Hals entspringt aus dem unteren Abschnitt nach der linken Körperseite hin ein mächtiger Fortsatz von der gleichen Wandstruktur wie dieser. An seinem Ende inseriert der Ductus seminalis als dünnes Rohr, das in der Nähe seines Ursprunges gekröseartig gefaltet ist, später glatt verläuft und etwa in der Mitte sich zu einer deutlichen Bulla seminalis erweitert. Durch den Besitz des seitlichen Fortsatzes ähnelt die Bursa copulatrix der Forleule der von *Acronicta aceris*, doch erscheint das ganze Organ viel höher differenziert als bei dieser Art. Ob dieses Merkmal bei allen Noctuiden auftritt und sich vielleicht systematisch verwerten ließe, müßten ausgedehnte vergleichende Untersuchungen erweisen.

Das Receptaculum seminis ist eine kleine Blase, die mit der Lagenä nicht verwachsen ist (Abb. 46). Letztere ist relativ klein und von rundlichem Querschnitt. Die Anhangsdrüse stellt ähnlich wie bei der Ahorneule einen mächtig entwickelten langen Schlauch dar, der mit einer leichten Verdickung endet. Auch hier besteht ganz offenbar eine Korrelation zwischen der Größe der Bursa und dieser Drüse. Der Ductus receptaculi läßt einen deutlichen Binnenapparat erkennen, durch den der Ausführang aufgetrieben wird und dessen braune, stark chitinisierte Teile deutlich durch die Gewebe hindurchscheinen.

Die Kittdrüsen zeigen nichts Außergewöhnliches. Die beiden Reservoirs gehen in ihrer ganzen Breite an der Basis ineinander über und entsenden an der Vereinigungsstelle den kurzen Ductus sebaceus (Abb. 47). Bei frisch geschlüpften Tieren sind sie mit einer klaren farblosen Flüssigkeit prall angefüllt.

#### n) *Bupalus piniarius* L.

Der Kiefernspanner hat als Forstschädling eine ähnliche Bedeutung erlangt wie die Forleule. Ein reiches Material aus verschiedenen bayerischen Forstämtern bildete die Grundlage für meine Untersuchungen an diesem Falter, und ich konnte daher die Verhältnisse des weiblichen Genitalapparates eingehender studieren als bei den meisten anderen Arten. Das zur Aufzucht dienende Puppenmaterial wurde teils im geheizten Zimmer überwintert, also bei einer Temperatur, die immerhin 12—15 Grad höher war als im Freien, wo die Puppen normalerweise unter der Moosdecke den Winter zubringen. Ein Teil des Puppenmaterials wurde im Freien, also den normalen Bedingungen entsprechend, gezüchtet.

An den Ovarien fällt auf, daß die Eischläuche nicht wie bei den meisten übrigen Schmetterlingen mit einer Verdickung endigen, sondern dünn ausgezogen erscheinen. Bei frisch geschlüpften Weibchen ist der Fettkörper in der Regel noch sehr stark entwickelt und hängt mit den Ovarialschläuchen an der Stelle fest zusammen, wo die Degeneration der Nährzellen einsetzt, so daß er sich hier nur schwer ablösen läßt. In den Eischläuchen finden sich von der Spitze an gerechnet durchschnittlich 10 Eianlagen, in denen sich noch keine Dotterbildung erkennen läßt. In der folgenden Zone, wo der Dotter im Eioplasma sichtbar wird, erkennt man, wie in den jüngeren Eianlagen die Farbe des Dotters zuerst gelblichgrün ist, etwas heller als später, wo die Dottermassen dunkler grün werden und nunmehr völlig mit der Farbe des Fettkörpers übereinstimmen. Mit der Bildung des Chorions wird der Dotter mehr und mehr unsichtbar und von der Schale überdeckt. Die Eier sehen nunmehr fahl graugrün aus, und daran ist die beginnende Schalenbildung bei den Ovarialeiern leicht kenntlich. Es sei noch erwähnt, daß ich in einem Falle zwei Eizellen in einem Eifach vereint in der Zone der Dotterbildung vorgefunden habe. Die beiden Eizellen lagen dicht aneinandergedrückt, waren von einem

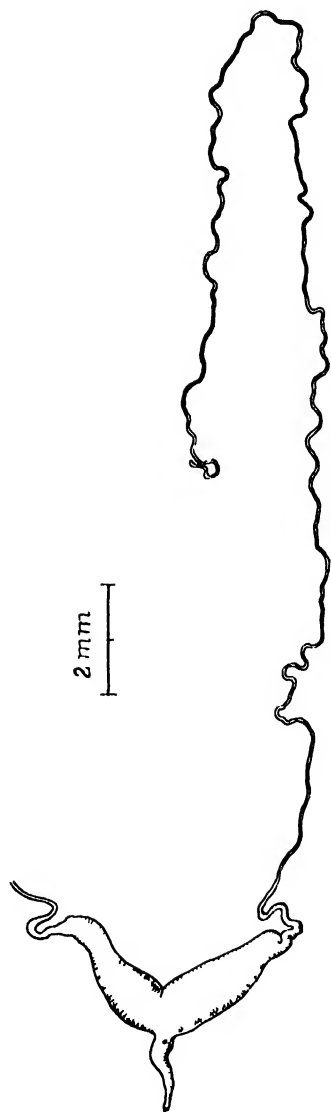


Abb. 47. *Panolis piniperda* Panz.  
Kittdrüse mit Reservoir und Ausführ-  
gang. (Nur der eine Drusenschlauch  
ist gezeichnet.)

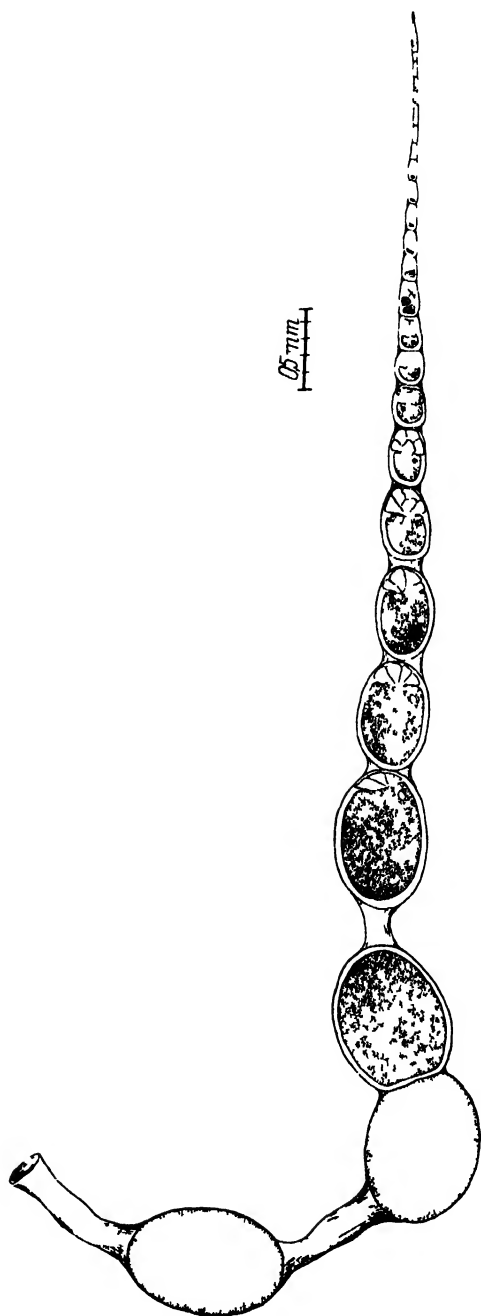


Abb. 48. *Bupalus piniarius* L. Ovarialschlauch  
eines frisch geschlupften Weibchens.  
(♀ Nr 2, geschlupft am 1. III. 28.)



gemeinsamen Follikel epithel umgeben und hatten ein gemeinsames Nährfach von normaler Ausbildung. Solche abnorme Doppelbildungen scheinen sehr selten vorzukommen, doch erwähnt Schneider (1915) zwei ähnliche Fälle bei *Deilephila euphorbiae* L.

Um den Entwicklungszustand der Eier in den Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen festzustellen, wurden eine Reihe von Zählungen vorgenommen, deren Ergebnisse chronologisch nach dem Datum des Schlüpfens geordnet im folgenden wiedergegeben seien:

1. ♀ geschlüpft am 28. II. 28, Kultur bei Zimmerwärme.  
Die Ovarien stehen auf einer sehr niederen Entwicklungsstufe. In den Eischläuchen sind überhaupt noch keine legereifen Eier vorhanden, auch die letzten basalwärts gelagerten Eianlagen besitzen noch ein kleines Kappchen von Nährzellen. Die Basis der Ovarialschläuche ist auf etwa ein Drittel der Gesamtlänge völlig leer. Die Eischläuche enthalten durchschnittlich 17—20 Eianlagen, von denen die 10 letzten noch keine Dotterbildung erkennen lassen.
2. ♀ geschlüpft am 1. III. 28, Kultur bei Zimmerwärme.  
Auch hier sind die Basalabschnitte der Eischläuche noch leer, doch enthält jeder genau zwei legereife Eier (Abb. 48), das ganze Ovar also 16. Außerdem lassen sich pro Eischlauch noch etwa 20—22 Eianlagen erkennen.
3. ♀ geschlüpft am 7. III. 28, Kultur bei Zimmerwärme.  
Der Entwicklungszustand der Ovarien ist ähnlich wie bei dem ersten Weibchen. Legereife Eier sind noch nicht vorhanden, die Basalabschnitte sind noch in beträchtlicher Ausdehnung völlig leer. Deutlich erkennbare Eianlagen sind in den Eischläuchen 19—20 Stück vorhanden. Die Ovarien füllen das Abdomen nur zu einem geringen Teil aus. Der Fettkörper ist reich entfaltet und den Eischläuchen dicht angelagert.
4. ♀ geschlüpft am 14. III. 28, aus Puppenmaterial vom Forstamt Aschaffenburg, das seit dem 2. XII. 27 in Zimmerwärme gehalten wurde.  
Die Basis der Eischläuche ist etwa zu einem Drittel der Gesamtlänge leer. Jeder Eischlauch enthält höchstens ein legereifes Ei, auffallend ist die große Zahl der Eianlagen, die bei einem Ovarialschlauch 42 betrug.
5. ♀ geschlüpft am 21. III. 28, aus Puppenmaterial vom Forstamt Aschaffenburg, das seit dem 2. XII. 27 in Zimmerwärme gehalten wurde.  
Entwicklungszustand der Ovarien ähnlich wie bei dem ersten Weibchen. Legereife Eier sind noch nicht vorhanden, die Basalabschnitte der Eischläuche sind noch zu etwa einem Drittel ihrer Gesamtlänge leer und von dem reichentwickelten Fettkörper dicht umlagert. In den Eischläuchen finden sich durchschnittlich 21 Eianlagen.
6. ♀ geschlüpft am 21. III. 28, aus Puppenmaterial vom Forstamt Aschaffenburg, das seit dem 2. XII. 27 in Zimmerwärme gehalten wurde.  
Die Eischläuche enthalten je 5—6 legereife Eier, außerdem noch durchschnittlich 20 Eianlagen.
7. ♀ geschlüpft am 8. V. 28, aus Puppenmaterial vom Forstamt Klingenberg, das im Freien überwintert hatte.  
Fettkörper stark rückgebildet, in den Ovarien im ganzen 22 legereife Eier, von denen bereits je 2 in die paarigen Eileiter und 2 in den Oviductus communis übergetreten waren. In jedem Eischlauch außerdem ebenfalls 2 legereife Eier und etwa 8 Eianlagen mit sichtbarer Dotterbildung. Zwischen den beschalteten Eiern im Basalabschnitt der Eischläuche sind große Zwischenräume.
8. ♀ geschlüpft am 8. V. 28, aus Puppenmaterial vom Forstamt Klingenberg, das im Freien überwintert hatte.

Fettkörper stark reduziert, im ganzen Ovar sind nur 12 legereife Eier, also 1—2 pro Eischlauch und außerdem 5—6 Eianlagen mit sichtbarer Dotterbildung in jedem Ovarialschlauch.

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Kiefernspannerweibchen mit sehr wenig entwickelten Ovarien aus der Puppe schlüpfen, daß in vielen Fällen überhaupt noch keine legereifen Eier ausgebildet sind und wenn, dann nur in sehr geringer Zahl. Dies trifft, wie aus der Untersuchung der beiden letzten Tiere (7. und 8.) hervorgeht, sowohl für Falter zu, deren Puppen bei Zimmerwärme gehalten wurden, wie auch für solche, die unter natürlichen Bedingungen überwintert hatten. Unter-

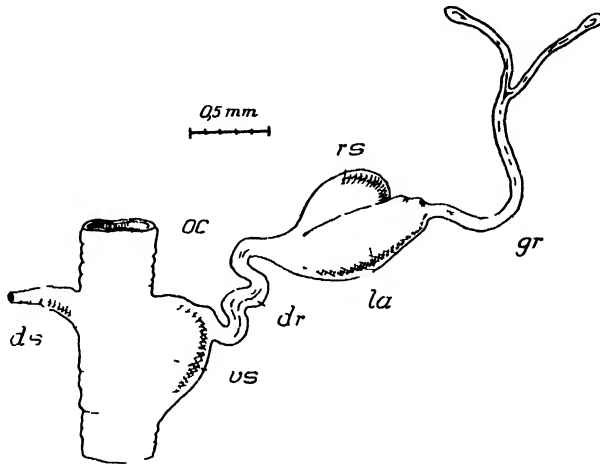


Abb. 49. *Bupalus piniarius* L. Receptaculum seminis in gefülltem Zustand von einem begatteten Weibchen nach erfolgter Eiablage.

dr = Ductus receptaculi. ds = Ductus seminalis. gr = Glandula receptaculi. la = Lagna receptaculi. oc = Oviductus communis. rs = Receptaculum seminis. vs = Vestibulum.

schiede bestehen jedoch zwischen diesen beiden Gruppen hinsichtlich der Ausbildung des Fettkörpers wie der Zahl der Eianlagen.

Die Bursa copulatrix ist ein weichhäutiger, dünnwandiger Sack von birnförmiger Gestalt, der ohne scharfe Grenze in den engen Hals übergeht. Letzterer zeigt nur kurz vor seiner Mündung an der Körperoberfläche eine stärkere Chitinisierung seiner Wandungen. Das Ostium ist eine fast quadratische Öffnung mit leicht abgerundetem Hinterrande und fast geradem Vorderrand, der in der Mitte eine leichte Einkerbung aufweist. Unmittelbar vor dem Vorderrand springt eine taschenförmige Vertiefung mit mehreren chitinösen Wandverstärkungen in das Leibesinnere vor.

Das Receptaculum seminis ist ein relativ kleiner, blasenförmiger Behälter, der mit der viel größeren Lagna seiner ganzen Länge nach verwachsen ist (Abb. 49). Die Anhangsdrüse ist klein und am Ende in

zwei kurze Schläuche gegabelt. Der Ductus receptaculi ist ein gewundener Kanal, der in das wohlentwickelte Vestibulum, gegenüber der Einmündungsstelle des Ductus seminalis einmündet.

Die Kittdrüsen zeigen keine auffälligen Besonderheiten und sind einfache unverästelte Schläuche, deren Enden bei den von mir untersuchten

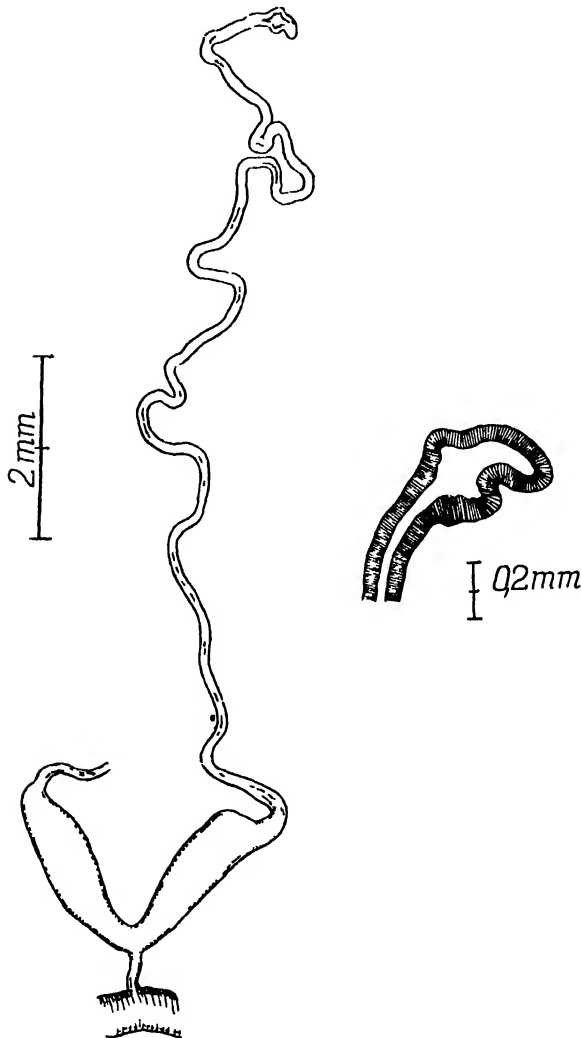


Abb. 50. *Bupalus piniarius* L. Kittdrüse eines frisch geschlüpften Weibchens mit Reservoir und Ausführung. (Der linke Drüsenschlauch ist nicht gezeichnet.) Rechts das Ende eines Drüsenschlauches bei stärkerer Vergrößerung.

Exemplaren kolbig erweitert waren (Abb. 50). Die Reservoirs sind basale Erweiterungen der Drüsenschläuche und hängen an der Basis zusammen, da, wo der kurze Ductus sebaceus entspringt.

## 5. Allgemeiner Überblick und Schlußfolgerungen.

Im Folgenden soll versucht werden, das im vorigen Kapitel niedergelegte Material zusammenfassend zu überblicken und zu allgemeineren Gesichtspunkten zu gelangen, soweit dies bei der Zahl der untersuchten Arten möglich ist.

### a) Die Ovarien.

In morphologischer Hinsicht unterscheiden sich die Eierstücke der Schmetterlinge wenig voneinander. Sie sind von büschelförmigem Typus und bestehen sämtlich aus vier Ovarialschläuchen von polytrophem Bau (über die wenigen bekannten Ausnahmen wurde bereits im 3. Kapitel kurz berichtet), die einem mehr oder weniger deutlich entwickelten Eikelch aufsitzen und keinen Endfaden besitzen. Wohl aber bestehen hinsichtlich des Entwicklungszustandes der in den Eischläuchen enthaltenen Eiern und Eianlagen charakteristische Unterschiede bei frisch geschlüpften Exemplaren der verschiedenen Arten.

Vielfach findet sich in den Lehrbüchern der Entomologie die Angabe, die Eier würden bei den Schmetterlingen schon während der Puppenruhe in den Ovarien völlig ausgebildet, so daß bereits bei den frisch geschlüpften Weibchen eine große Zahl fertiger Eier in den Eischläuchen enthalten seien, und die Falter sofort mit der Eiablage beginnen könnten. Wie wir gesehen haben, trifft dies nur für einen Teil der Arten zu. Wir können die Schmetterlinge vielmehr hinsichtlich des Entwicklungszustandes der Ovarien in zwei große Gruppen teilen:

1. solche, die beim Schlüpfen noch keine oder sehr wenig legereife Eier in den Ovarien haben und
2. solche, die beim Schlüpfen bereits legereife Eier in mehr oder weniger großer Zahl in den Eischläuchen haben.

Zur ersten Gruppe gehört z. B. *Papilio machaon*, bei dem noch keine legereifen Eier, dafür aber zahlreiche Eianlagen in den Ovarien frisch geschlüpfter Weibchen zu finden sind. Das gleiche gilt für *Aporia crataegi*, weiterhin für *Acronicta aceris* und *Bupalus piniarius*, bei welchen ebenfalls keine oder doch nur verschwindend wenige legereife Eier bei frisch geschlüpften Faltern vorhanden sind. Da diese Arten jedoch weit mehr Eier ablegen als sie an fertig entwickeltem Material aus der Puppe mitbringen, müssen die Ovarien in diesen Fällen noch eine ausgedehnte postmetabole Entwicklung durchmachen. Charakteristisch für diese Gruppe ist weiterhin noch die mächtige Entwicklung des Fettkörpers, die reiche Tracheenversorgung der Ovarien, sowie die große Zahl von Eianlagen, alles Merkmale, die ein deutlicher Hinweis für eine solche Entwicklung sind.

Die 2. Gruppe läßt sich nochmals in zwei Untergruppen gliedern,

1. solche, bei denen zwar legereife Eier in größerer Zahl vorhanden sind,

wo aber der Anteil der Eianlagen in den Eischläuchen weit überwiegt. Auch hier findet sich wie bei der ersten Gruppe in der Regel noch ein gut entwickelter Fettkörper im Abdomen frisch geschlüpfter Weibchen, dessen einzelne Lappen den Ovarialschläuchen meist an der Übergangsstelle der legereifen Eier und Eianlagen dicht angelagert sind. Auch hier ist eine postmetabole Entwicklung noch möglich und findet, wie wir später sehen werden, auch vielfach statt. Wir können zu dieser Untergruppe folgende Arten rechnen: *Thais polyxena*, *Sphinx pinastri*, *Lymantria monacha* und *Panolis piniperda*.

Die zweite Untergruppe ist dadurch ausgezeichnet, daß hier die Ovarien bei frisch geschlüpften Weibchen sehr weit entwickelt sind und absolut den Eindruck der Vollreife machen. Als charakteristisches Beispiel nenne ich *Aglia tau*, wo die Zone der Eianlagen dem langen, mit legereifen, beschalteten Kiern gefüllten Basalabschnitt der Eischläuche frisch geschlüpfter Tiere wie kleine Rudimente ansitzen. (Abb. 38.) Die Falter dieser Gruppe bringen tatsächlich ihren gesamten legefertigen Eivorrat aus der Puppe mit und beginnen auch nach erfolgter Begattung in der Regel sofort mit der Eiablage. Eine postmetabole Entwicklung findet hier augenscheinlich nicht mehr statt, wie die Zählung des abgelegten Eivorrates verglichen mit der Zahl der legereifen Ovarialeier bei frisch geschlüpften Weibchen zeigte. Dementsprechend ist auch der Fettkörper bereits völlig verbraucht, und das Abdomen ist zum größten Teil von den Ovarien ausgefüllt, wenn die Tiere aus der Puppe schlüpfen. Außerdem finden sich hier stets legereife Eier bereits in den Ausführgängen des Geschlechtsapparates. Von meinem Material können wir hierher außer *Aglia tau* noch folgende Arten stellen: *Dicranura rimula*, *Dasychira pudibunda*, *Stilpnotia salicis* und *Dendrolimus pini*.

Es ist sehr interessant, daß Duftorgane im weiblichen Geschlecht offenbar nur den Arten zukommen, die zu dieser letzten Gruppe gehören. Unter meinem Material sind nur von *Aglia tau*, *Dasychira pudibunda* und *Stilpnotia salicis* Duftorgane bekannt, alles Falter, die mit ihrem gesamten legereifen Eivorrat aus der Puppe schlüpfen. Der Zusammenhang, der hier zu bestehen scheint, läßt sich biologisch leicht verstehen. Die Duftorgane dienen ja zur Anlockung der Männchen und sind in dieser Hinsicht, wie zahlreiche Experimente bewiesen haben, äußerst wirksam; sie dienen mit anderen Worten zur möglichst schnellen Herbeiführung einer Begattung. Dies ist aber gerade bei den Arten der letzten Gruppe sehr wichtig, da diese ihren Eivorrat sofort ablegen können und nur eine kurze Lebensdauer haben, während die langlebigen Falter mit postmetaboler Eireifung viel eher Gelegenheit haben mit Männchen ihrer Art zusammenzutreffen und daher besondere Anlockungsmittel nicht nötig haben. Ob dieser vermutete Zusammenhang ein gesetzmäßiger ist, müßten weitere Untersuchungen erweisen.

Es ist leicht ersichtlich, daß die drei hier aufgestellten Gruppen (Abb. 51) sich nicht immer scharf voneinander trennen lassen, doch dürfte

es in den meisten Fällen nicht schwierig sein, schon bei oberflächlicher Betrachtung des Ovars eines frisch geschlüpften Falters, die betreffende Art einer dieser Gruppen einzureihen. Es ist auch leicht einzusehen, daß der Entwicklungszustand des Ovars auf die Lebensdauer, die Zeit der

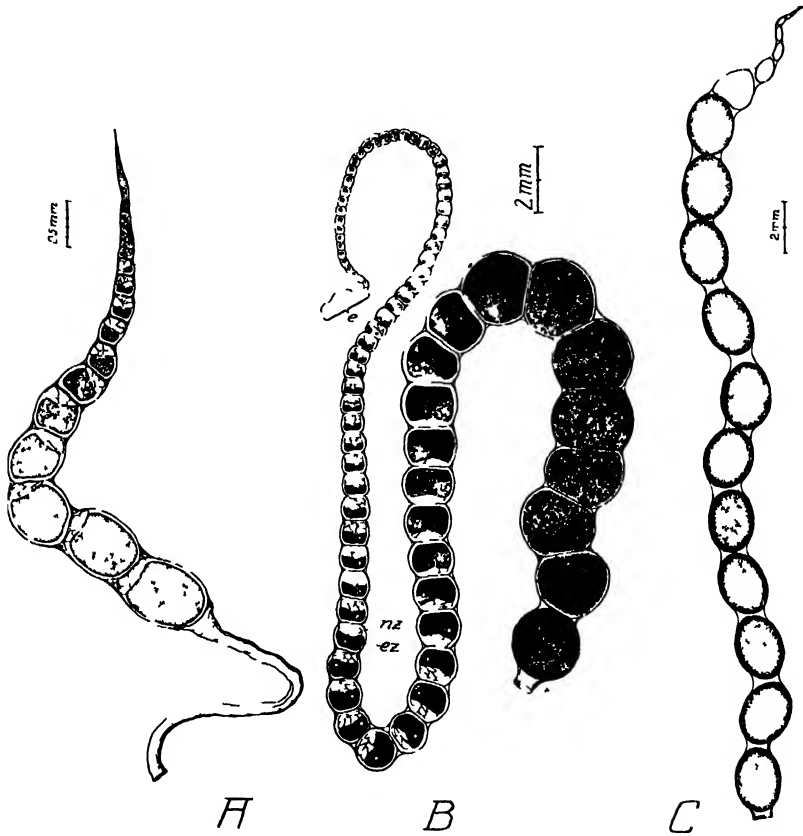


Abb. 51. Beispiele für die drei Typen in der Ausbildung der Ovarien frisch geschlüpfter Schmetterlinge.

- A = *Bupalus piniarius* L. Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens ohne leger reife Eier.  
 B = *Panolis piniperda* Panz. Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens mit wenigen legerreifen Eiern und zahlreichen Eianlagen. (Beschriftung siehe Abb 5.)  
 C = *Aglia tau* L. Eischlauch eines frisch geschlüpften Weibchens, der fast nur leger reife Eier enthält.

Eiablage usw. von großem Einfluß sein muß, doch sollen diese Fragen später im physiologischen Teil meiner Arbeit erst eingehender erörtert werden. Erwähnt sei noch, daß bei sämtlichen untersuchten Arten kein Endfaden ausgebildet war, sondern daß die blinden Enden der Eischläuche jedes Ovars zusammenhingen und frei in der Leibeshöhle lagen.

### b) Die Bursa copulatrix.

Der relativ großen morphologischen Einförmigkeit der Ovarien steht eine schier unerschöpfliche Formenfülle und Vielgestaltigkeit der Anhangsgebilde des weiblichen Genitalapparates bei den Lepidopteren gegenüber. Dies gilt ganz besonders für die Bursa copulatrix. Dieses interessante Organ ist in erster Linie durch die bereits verschiedentlich zitierten Untersuchungen von Petersen bekannt geworden, der es bei einer Reihe von größeren systematischen Einheiten genauer studiert hat. Dieser Autor ist dabei zu dem wichtigen Schluß gekommen, daß die Unterschiede an der Bursa von großer Konstanz und systematisch oft sehr gut verwertbar sind, selbst bei nahe verwandten Arten, wo die Trennung nach Merkmalen der Färbung und Zeichnung große Schwierigkeiten macht.

Die Unterschiede in der Ausgestaltung betreffen sämtliche Einzelteile der Bursa, die Größe und Gestalt des Bursasackes, die Form und Lage der Zahnplatten, die Länge, Weite und Gestalt des Halses, die Ursprungsstelle des Ductus seminalis und vor allem das Ostium bursae und seine Umgebung. Hier sei vor allem die Ausgestaltung des Bursasackes betrachtet.

Die relative Größe der Bursa ist sehr verschieden. So hat z. B. der große *Dendrolimus pini* eine sehr kleine Bursa, ebenso *Agria tau*, während andere kleine Arten, wie z. B. *Acronicta aceris* und *Panolis piniperda* eine riesige Bursa besitzen, die fast bis zur Grenze des Thorax im Abdomen nach vorn reicht. Womit diese Unterschiede zusammenhängen, läßt sich nicht ohne weiteres erkennen. Wahrscheinlich spielt die Größe der in der Bursahöhle abgelagerten Spermatophore resp. die Menge des Spermas hierbei eine Rolle. Hierauf deutet auch die unverkennbare Korrelation hin, die zwischen der Größe der Bursa und des Receptaculum seminis, spez. dessen Anhangsdrüse besteht. Womit jedoch die verschiedene Spermamenge in Zusammenhang stehen mag, darüber lassen sich vorerst noch keine Angaben machen.

Die Form der Bursa zeigt hinsichtlich ihrer Einzelheiten bei den verschiedenen Arten ausgeprägte Unterschiede, doch finden sich innerhalb der höheren systematischen Gruppen meistens charakteristische gemeinsame Züge, die die Verwandtschaft der in diesen Gruppen zusammengefaßten Arten vielfach leicht erkennen läßt. Als Beispiel nenne ich zunächst die Familie der Pieriden. Petersen (1904) hat für drei naheverwandte Arten der Gattung *Pieris*, nämlich *P. brassicae* L., *P. rapae* L. und *P. napi* L. die Bursa copulatrix abgebildet. Sie ist bei all diesen drei Arten charakterisiert durch einen kleineren Sack, der dem Fundus mit einem Stiel aufsitzt. Ich selbst habe Vertreter von zwei weiteren Gattungen, nämlich *Aporia crataegi* L. und *Gonepteryx rhamni* L. auf die Gestalt der Bursa hin untersucht. Beide zeigten gleichfalls den charakteristischen Anhang am Fundus bursae (Abb. 19). Beim Zitronenfalter ist dieser Anhang ganz ähnlich wie bei den *Pieris*-Arten gestaltet, an Größe übertrifft er sie

jedoch bei weitem. Er ist fast so groß wie der Bursasack selbst, hängt mit diesem durch einen dünnen Verbindungsstiel zusammen, unterscheidet sich aber von ihm durch die dünnere und glatte, nicht in Falten gelegte Intima. Die Zahnplatte des Zitronenfalters ist der des Baumweißlings sehr ähnlich. Sie liegt an der gleichen Stelle wie bei diesem und ist auch in das Innere des Bursalumens eingestülpt. Die Unterscheidung ist jedoch leicht möglich an der Gestalt, die etwas gestreckter und in der Mitte nicht so stark eingeschnürt wie beim Baumweißling erscheint, und an dem Zahnbesatz, der spärlicher ist. Dafür sind die Einzelzähne jedoch größer und stärker. Es bestätigt sich hier die Angabe von Petersen, wonach die Form der *Laminae dentatae* sehr charakteristisch ist und uns da, wo solche vorkommen, bei der Artunterscheidung nie im Stiche läßt. Es scheint demnach, daß der Besitz des beschriebenen Anhangs an der Bursa, der auch beim Baumweißling vorkommt, ein charakteristisches Merkmal für die Pieriden darstellt. Um diese Annahme zu beweisen, müßten natürlich noch weitere Arten untersucht werden, besonders solche, die zu anderen Familien überleiten oder zweifelhafter Stellung sind.

Als weiteres Beispiel nenne ich *Acronicta aceris* L. und *Panolis piniperda* Panz., zwei Noctuiden, die in der Form der Bursa große, sehr auffällige Unterschiede zeigen, aber doch das gemeinsam haben, daß bei beiden eine Ausstülpung des Bursasackes an dessen Basis vorhanden ist, an deren Ende der Ductus seminalis entspringt. Auch hier müßten ausgedehnte Untersuchungen erst erweisen, ob dieses Merkmal als charakteristisch für die Noctuiden angesehen werden darf.

Wie wir sehen, liefert die Morphologie der Bursa copulatrix meistens sehr brauchbare Trennungsmerkmale für die Arten, aber andererseits finden die Verwandtschaftsverhältnisse innerhalb höherer systematischer Gruppen offenbar häufig in einem gemeinsamen Grundplan im Bau der Bursa ihren Ausdruck.

### c) Das Receptaculum seminis.

Auch das Receptaculum seminis zeigt in seinem Bau eine Mannigfaltigkeit, die dem der Bursa kaum nachsteht. Während das Receptaculum selbst als meist länglich ovale Blase von relativ einförmiger Gestalt ist und nur in seiner Größe bedeutendere Differenzen aufweist, erstrecken sich die Unterschiede der Hauptsache nach auf die übrigen Teile, die Lagena, die Anhangsdrüsen und den Ausführungsgang. Letzterer enthält bei den meisten untersuchten Arten einen chitinösen Binnenapparat, über dessen Morphologie keine genaueren Untersuchungen von mir gemacht wurden. Hinsichtlich seiner Funktion lassen sich nur Vermutungen äußern. Vielleicht dient er als Verschuß oder Pumpapparat. Die Länge des Ductus receptaculi ist sehr verschieden. Sie ist besonders bei Arten, die mit einer vorstreckbaren Legeröhre versehen sind (wie *Lymantria monacha*),



sehr groß, offenbar um ein Mitgehen beim Ausstrecken der Legeröhre in deren Lumen hinein zu ermöglichen.

Die Lagena ist nicht immer als Erweiterung des Basalabschnittes der Anhangsdrüse entwickelt, doch scheint auch da, wo dies nicht der Fall ist, eine veränderte Beschaffenheit des Epithels im Basalabschnitt der Glandula receptaculi ihr Vorhandensein anzudeuten. Das Receptaculum ist häufig mit der Lagena mehr oder weniger innig verwachsen, doch konnte in all diesen Fällen durch Isolierung der chitinösen Intima nach Kalilauge-Behandlung nachgewiesen werden, daß auch bei weitgehender Verwachsung die Lumina der beiden Abschnitte stets völlig getrennt sind.

Die Glandula receptaculi ist meist ein einfacher blind endigender Schlauch, der sich nur selten gabelt oder mit Anhängen versehen ist. Wo dies jedoch der Fall ist, zeigen auch die anderen Anhangsdrüsen des weiblichen Geschlechtsapparates in der Regel die Tendenz zur Bildung derartiger Anhänge oder Verzweigungen. In der Ausbildung des Endabschnittes der Anhangsdrüse herrschen manchmal (z. B. bei *Lymantria monacha* L.) individuelle Verschiedenheiten. Nach Petersen (1900) soll bei einigen Gattungen (*Adela*, *Nemotois*, *Nemophora*, *Solenobia*, *Fumea* und *Psyche*) die Anhangsdrüse völlig fehlen.

Hinsichtlich der Größe des Receptaculum seminis, die zu der Körpergröße manchmal in einem auffallenden Mißverhältnis steht, herrscht eine unverkennbare Korrelation mit der Größe der Bursa copulatrix, worauf schon wiederholt hingewiesen wurde. Als Beispiele seien genannt *Dicranura vinula* L. und *Agria tau* L., zwei große Falter mit auffallend kleiner Bursa und kleinem Receptaculum, und andererseits *Acronicta aceris* L. und *Panolis piniperda* Panz., zwei relativ kleine Noctuiden, mit mächtiger Bursa und sehr großem Receptaculum. Die hier zum Ausdruck kommende Abhängigkeit tritt besonders in der Größe der Anhangsdrüse und Lagena in Erscheinung. So sehen wir bei *A. aceris* das Receptaculum selbst noch relativ klein, dagegen die Lagena und ganz besonders die Anhangsdrüse gewaltig vergrößert, und ähnliche Verhältnisse liegen bei der Forleule vor. Umgekehrt finden wir bei *D. vinula* eine auffallend kleine Anhangsdrüse, während die Größe des Receptaculums selbst mit der Körpergröße seines Trägers in viel besserem Einklang steht. Wenn die bereits geäußerte Vermutung sich bestätigen sollte, daß die Größe der Bursa mit der Menge des bei der Begattung aufgenommenen Spermas in Beziehung steht, so hätten wir hierin wohl auch den Grund für die starke Vergrößerung der Glandula receptaculi bei Arten mit besonders großer Bursa zu erblicken, da jene Drüse wahrscheinlich ein Sekret liefert, das für das Sperma von großer Wichtigkeit ist und dementsprechend bei großen Spermamengen reichlich vorhanden sein muß, was wiederum eine Vergrößerung der Drüse selbst bedingen würde.

#### d) Die Glandulae sebaceae.

Auch die Kittdrüsen der Schmetterlinge zeigen in ihrem Bau eine Mannigfaltigkeit, wie ich sie nach allem, was mir über diese Organe bekannt war, nicht erwartet hätte. Auch hier sind die Drüsen selbst wie

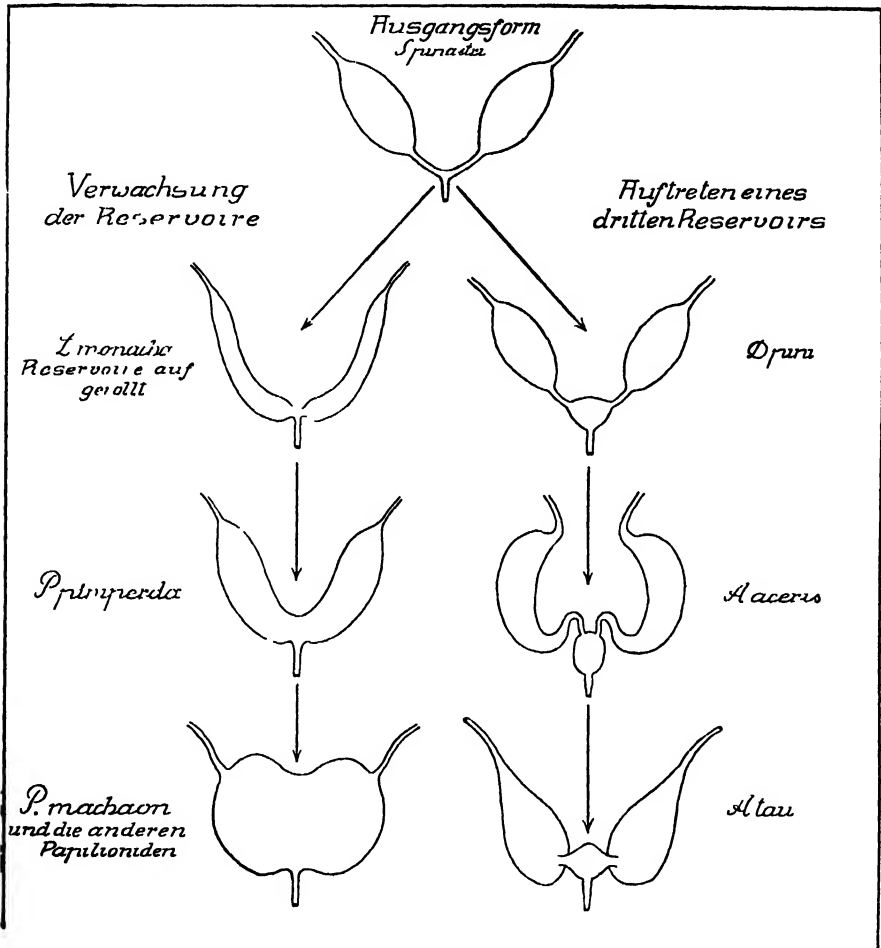


Abb. 52. Schema der morphologischen Ausbildung der Kittdrüsenreservoirs bei den untersuchten Schmetterlingen.

bei dem Receptaculum seminis am wenigsten modifiziert und stellen in der Mehrzahl der Fälle einfache lange Schläuche dar, die blind endigen. Doch finden wir bei einigen Arten eine Gabelung der Enden (*L. monacha* L.) oder eine mehr oder weniger weitgehende Verästelung (*A. areris* L., *A. crataegi* L.), eine Erscheinung, die dann, wie erwähnt, auch in der Regel bei der Glandula receptaculi derselben Art zu beobachten ist.

Weit mannigfaltiger ist dagegen die Ausbildung der Reservoirs der Kittdrüsen. Die Abbildungen, die ich den speziellen Untersuchungen beigelegt habe, geben einen Begriff von der Formenfülle dieses Organes. Überblicken wir dieselben, so lassen sich bei einem Vergleich der verschiedenen Formen ohne große Schwierigkeit zwei Reihen in der morphologischen Ausbildung der Reservoirs erkennen, die jedoch in keiner Weise eine phylogenetische Stufenfolge darstellen sollen. Als einfachste Form und gemeinsamen Ausgangspunkt nehmen wir die Ausbildung, wie sie *Sphinx pinastri* L. zeigt, wo jeder Drüsen Schlauch für sich eine einfache, blasenförmige Erweiterung kurz vor der Vereinigungsstelle zum Ductus sebaceus aufweist. In der ersten Reihe (siehe das Schema auf Abb. 52 links), sehen wir nun, wie die Reservoirs zunächst basalwärts zusammenrücken (*L. monacha*), wie sie dann an der Basis miteinander verschmelzen, zunächst noch mit einer leichten Einschnürung (*St. salicis*), wie dann die Verschmelzung weitergeht, und die beiden Reservoirs endlich in ihrer ganzen Breite ineinander übergehen. Dieser Typus scheint der häufigste zu sein (*D. vinula*, *D. pudibunda*, *P. piniperda* und *B. pinarius*). Schließlich kann die Verwachsung noch weitergehen und zu einem fast einheitlichen Reservoir führen, an dem eine Zweiteilung nur noch in Spuren zu erkennen ist. Diesen letzten Typus sehen wir bei den Papilioniden, und zwar wiesen sechs verschiedene Arten, die ich daraufhin untersuchte, diese Form in mehr oder weniger vollkommener Ausbildung auf, so daß hier ein systematisches Merkmal vorzuliegen scheint.

Die zweite Reihe (Abb. 52 rechts) bewegt sich in einer ganz anderen Richtung der morphologischen Gestaltung der Reservoirs. Hier bleibt die Ausgangsform hinsichtlich der beiden ursprünglich vorhandenen Reservoirs zunächst völlig gewahrt, wir sehen jedoch an der Vereinigungsstelle der beiden Ausführungsgänge zu dem gemeinschaftlichen Ductus sebaceus ein kleineres drittes Reservoir auftreten (*D. pini*). Diese Form kann nun vielerlei Modifikationen erfahren, die sich in mannigfachen Formveränderungen der drei nunmehr vorhandenen Reservoirs äußern (*A. aceris*, *A. tau*). Ich bin überzeugt, daß diese Reihe noch durch weitere Untersuchungen vervollständigt und weiter ausgebaut werden könnte.

## 6. Zusammenfassung der Resultate.

Im Folgenden seien die wichtigsten allgemeinen Ergebnisse des morphologischen Teiles meiner Arbeit kurz zusammengefaßt:

1. Der Entwicklungszustand der Ovarien ist bei frisch geschlüpften Schmetterlingen sehr verschieden. Es gibt solche, die beim Schlüpfen noch gar keine oder sehr wenig legereife Eier in den Ovarien haben, während andere bereits mehr oder weniger zahlreiche legereife Eier in den Eierstöcken aus der Puppe mitbringen. In der letzten Gruppe

haben wir wiederum solche Arten, bei denen die meisten Eier bereits legereif sind und postmetabol keine mehr entwickelt werden und andererseits solche, bei denen aus den zahlreichen Eianlagen noch legereife Eier entstehen können.

2. Duftorgane zum Anlocken der Männchen besitzen offenbar nur die Weibchen der Arten, die ihren gesamten legereifen Eivorrat bereits aus der Puppe mitbringen. Biologisch ist dies daraus zu erklären, daß diese Arten kurzlebig und träge sind, ihre Eier bald ablegen und daher möglichst rasch begattet werden müssen, während die langlebigen, lebhaften Falter mit postmetaboler Eientwicklung besonderer Anlockungsorgane entbehren können.
3. Bei keiner der untersuchten Arten konnten an den Eischläuchen Endfäden festgestellt werden. Die 4 Eischläuche jedes Ovars hingen vielmehr mit den blinden Enden zusammen und lagen frei in der Leibeshöhle, wie es auch den Angaben der meisten früheren Autoren entspricht. Die Ausbildung von Endfäden am Schmetterlingsovar dürfte daher nur in Ausnahmefällen vorkommen.
4. Die Bursa copulatrix zeigt in den Einzelheiten ihres Baues charakteristische Artmerkmale, doch finden sich innerhalb größerer Verwandtschaftskreise vielfach gemeinsame Züge, die es gestatten, daran die systematische Zusammengehörigkeit zu erkennen.
5. In dem Ductus receptaculi wurde bei den meisten untersuchten Arten ein besonderer chitinöser Binnenapparat festgestellt, der morphologisch nicht genauer untersucht wurde. Seine Funktion scheint die eines Verschuß- oder Pumpapparates zu sein.
6. Receptaculum und Lagena sind sehr häufig mehr oder minder weitgehend miteinander verwachsen, doch konnte nachgewiesen werden, daß in all diesen Fällen die Lumina der beiden Abschnitte völlig getrennt sind.
7. Die Tendenz der Anhangsdrüsen des weiblichen Geschlechtsapparates zur Bildung von Verästelungen macht sich in der Regel bei allen Drüsen in gleicher Weise geltend.
8. Das Receptaculum seminis steht hinsichtlich seiner Größe in offener Abhängigkeit zu der Bursa copulatrix, und zwar ist es um so größer, je größer diese ist. Diese Korrelation findet besonders in der Größe der Anhangsdrüse und Lagena ihren Ausdruck.
9. Die Reservoirs der Kittdrüsen sind von großer Mannigfaltigkeit. In ihrer morphologischen Ausbildung lassen sich zwei Reihen erkennen, von denen die eine durch eine mehr und mehr zunehmende Verwachsung der beiden Reservoirs, die andere durch das Auftreten eines dritten unpaaren Reservoirs gekennzeichnet ist.

## 7. Literaturverzeichnis.

- Bassi, C. A., Studi sulle funzioni degli organi genitali degli Insetti da lui osservati più specialmente nella *Bombyx mori*. Atti della 5 a Riun. d. Scienze ital. Lucca.
- Berlese, A., Gli Insetti. Bd. 1. Mailand 1909.
- Bessels, E., Studien über die Entwicklung der Sexualdrüsen bei den Lepidopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 17, 1867.
- Brandt, A., Vergleichende Untersuchungen an den Eiröhren und Eiern der Insekten. (russisch). Moskauer Naturf. Ges. Bd. 22. 1876.
- — Das Ei und seine Bildungsstätte. Leipzig 1887.
- Cholodkowsky, N., Über den Geschlechtsapparat von *Nematois metallicus*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 42. 1885.
- Dederer, P. H., Oogenesis in *Philosamia cynthia*. Journ. of Morphology. Bd. 26. 1915.
- Deegener, P., Geschlechtsorgane in Schröder, Handbuch der Entomologie Bd. 1. Jena 1928.
- Depdolla, Ph., Die Keimzellenbildung und die Befruchtung bei den Insekten in Schröder, Handbuch der Entomologie. Bd. 1. Jena 1928.
- Doncaster, L., Note on the chromosomes in oogenesis and spermatogenesis of the white butterfly *Pieris brassicae* L. Proc. Cambridge Phil. Soc. Bd. 16. 1912.
- Eckstein, K., Bausteine zur Lebensgeschichte der Forleule. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 10. 1924.
- Eidmann, H., Eizahl und Eireifung einiger forstlich wichtiger Schmetterlinge. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 13. 1928.
- Escherich, K., Die biologische Bedeutung der Genitalanhänge der Insekten. Verh. d. Zool. Bot. Ges. Wien. Bd. 52. 1892.
- — Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 1. Berlin 1914.
- Fretling, H. H., Duftorgane der weiblichen Schmetterlinge nebst Beiträgen zur Kenntnis der Sinnesorgane auf dem Schmetterlingsflügel und der Duftinsel der Männchen von *Danais* und *Euploea*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 92. 1909.
- Goldschmidt, R., Untersuchungen über Intersexualität. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre. Bd. 23. 1920.
- Gross, J., Untersuchungen über die Histologie des Insektenovariums. Zool. Jahrb. Abt. Morph. Bd. 18. 1903.
- Grünberg, K., Untersuchungen über die Keim- und Nährzellen in den Hoden und Ovarien der Lepidopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 74. 1903.
- Hagen, H. A., Über ein eigentümliches Organ in der Begattungstasche zweier Tineiden. Zool. Anz. Bd. 5. 1882.
- Henking, H., Das Ei von *Pieris brassicae* nebst Bemerkungen über Samen und Samenbildung. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 49. 1890.
- Hering, M., Biologie der Schmetterlinge. Berlin 1926.
- Herold, Entwicklungsgeschichte der Schmetterlinge. Cassel und Marburg 1815.
- Heymons, R., Die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane von *Phyllodromia germanica*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 53. 1891.
- Hoffmann, O., Beiträge zur Kenntnis der Butaliden. Stettiner Entomologische Zeitung. Bd. 51. 1890.
- Jablonski, J., Über die Eianzahl im Eierstocke des Traubenwicklers. Nat. Zeitschr. Land- u. Forstw. Jahrg. 9. 1913.
- Jackson, W. H., Studies in the morphology of the Lepidoptera. Zool. Anz. Bd. 12. 1889.
- — Note on the sexual apertures of the lepidopteran Chrysalis. Zool. Anz. Bd. 13. 1890.
- Jordan, K., On mechanical selection and other problems. Novitates Zoologicae Bd. 3. 1896.
- Korschelt, E., Zur Frage nach dem Ursprung der verschiedenen Zellenelemente der Insektenovarien. Zool. Anz. Bd. 8. 1885.

- Korschelt, E., Über die Entstehung und Bedeutung der verschiedenen Elemente des Insektenovariums. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 43. 1886.
- — Über die Bildung der Eihüllen, Micropylen usw. bei den Insekten. Nova Acta Leop. Carol. Bd. 51. 1887.
- — Über einige interessante Vorgänge bei der Bildung der Insekteneier. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 45. 1887.
- Korschelt E., und Heider, K., Lehrbuch der vergleichenden Entwicklungsgeschichte der wirbellosen Tiere. Jena 1902.
- Lacaze-Duthiers, Recherches sur l'armure genitale femelle des insectes lépidoptères. Ann. Sc. nat. (sér. 3) Zool. Bd. 19. Paris 1853.
- Lécaillon, A., Recherches sur la structure et le développement postembryonnaire de l'ovaire des insectes. Bull. Soc. Entom. France. 1900—01.
- Leydig, Fr., Der Eierstock und die Samentasche der Insekten. Nova Acta Leop. Carol. Bd. 33. 1867.
- Malpighi, M., Dissertatio de bombyce. London 1669.
- Marshall, W. S., The reproductive Organs of the female Maia Moth *Hemileuca maia* Drury. Trans. Wisconsin Acad. Sc. Bd. 15. 1909.
- Meisenheimer, J., Experimentelle Studien zur Soma und Geschlechtsdifferenzierung. I. Beitrag. Jena 1909.
- Mollison, Th., Die ernährnde Tätigkeit der Follikelepithels im Ovarium von *Melolontha vulgaris*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 77. 1904.
- Petersen, W., Beiträge zur Morphologie der Lepidopteren. Mém. Acad. St. Petersburg. Bd. 9. 1900.
- — Zur Morphogenese der doppelten Bursa copulatrix bei Schmetterlingen. Allg. Zeitschr. f. Entomol. Bd. 6. 1901.
- — Die Morphologie der Generationsorgane der Schmetterlinge und ihre Bedeutung für die Artbildung. Mém. Acad. St. Petersburg. Bd. 16. 1904.
- — Über die Spermatophoren der Schmetterlinge. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 88. 1907
- — Ein Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Eupithecia* Curt. Vergleichende Untersuchung der Generationsorgane. D. Entomol. Zeitschr. Iris 1909.
- Peytoureau, S. A., Contribution à l'étude de la morphologie de l'armure génitale des insectes. Bordeaux 1895.
- Pierce, F. N., The genitalia of the British Noctuidae. (An account of the morphology of the male clasping organs.) Liverpool 1909.
- Prell, H., Über die Beziehungen zwischen primären und sekundären Sexualcharakteren bei Schmetterlingen. Zool. Jahrb. Abt. allg. Zool. Bd. 35. 1914.
- Réaumur, Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des insectes. Paris 1736.
- Roepke, W., Ergebnisse anatomischer Untersuchungen an Standfußschen Lepidopterenbastarden. 1. Folge. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 44. 1909.
- Ruhland, Ph., Die Verkümmerng des Eierstockes bei Schmetterlingen und ihre wahrscheinliche Ursache. Entomol. Zeitschr. Frankfurt a. M. Bd. 41. 1927.
- Sabatier, A., Sur la morphologie de l'ovaire chez les insectes. C. R. Acad. Sc. Paris. Bd. 102. 1888.
- Sachtleben H., Beiträge zur Naturgeschichte der Forleule, *Panolis flammea* Schiff. (Noct., Lep.) und ihrer Parasiten. Arb. Biol. Reichsanstalt. Bd. 15. 1927.
- Schneider, K., Die Entwicklung des Eierstockes und Eies von *Deilephila euphorbiae*. Arch. f. Zellforschung. Bd. 14. 1915.
- Seiler, J., Geschlechtsschmosomenuntersuchungen an Psychiden. Zeitschr. f. ind. Abst. u. Vererbungslehre. Bd. 31. 1923.
- Seitz, A., Allgemeine Biologie der Schmetterlinge. 3. Teil: Fortpflanzung. Zool. Jahrb. Abt. Systematik. Bd. 7. 1893.
- Sprengel, L., Untersuchungen über Zustand und Entwicklung der Eier in den Ovarien geschlüpfter Lepidopteren. Anz. f. Schädlingskunde. Bd. 4. 1928.

- Stellwaag, F., Der Baumweißling, *Aporia crataegi* L. Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 10. 1924.
- Stitz, H., Der Genitalapparat der Microlepidopteren. Zool. Jahrb. Abt. Anatomie. Bd. 14. 1900.
- Swammerdam, Biblia naturae. (deutsch) Leipzig 1752.
- Tichomiroff, A., Über den Bau der Sexualdrüsen und die Entwicklung der Sexualprodukte bei *Bombyx mori*. Zool. Anz. Bd. 3. 1880.
- Titschack, E., Untersuchungen über das Wachstum, den Nahrungsverbrauch, und die Eiererzeugung. II. *Tineola biselliella*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 128.
- Urbahn, E., Abdominale Duftorgane bei weiblichen Schmetterlingen. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. Bd. 50. 1913.
- Valette, St. George, A. von la, Zur Samen- und Eibildung beim Seidenspinner *Bombyx mori*. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 50. 1897.
- Verson und Bisson, Die postembryonale Entwicklung der Ausführgänge und der Nebendrüsen beim männlichen (und weiblichen) Geschlechtsapparat von *Bombyx mori*. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 61. 1896.
- Wielowiejski, H. v., Zur Morphologie des Insektenovariums. Zool. Anz. Bd. 9. 1886.
- — Über nutritive Verbindungen der Eizellen mit Nährzellen im Insektenovarium und amitotische Kernprozesse. Sitzungsber. Acad. Wiss. Wien, Math. Nat. Kl. Bd. 113. Abt. 1. 1904.
- — Weitere Untersuchungen über die Morphologie und Entwicklungsgeschichte des Insektenovariums. Arb. Zool. Inst. Wien. Bd. 16. 1905. Bull. Acad. Cracovie. Bd. 15—17. 1903.
- Wolff M. und Krausse, A., Die forstlichen Lepidopteren. Jena 1922.

# Über die Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus citri* Risso (Rhy. Cocc.) in Palästina.

## Eine epidemiologische Studie

von

Dr. F. S. Bodenheimer, und Dr. M. Guttfeld.

(Hebräische Universität, Jerusalem und P. Z. E. Agric. Exper. Stat.; Tel Aviv.)

(Mit 24 Abbildungen.)

### Inhalt.

	Seite
Einleitung . . . . .	68
I. Die Orangenschildlaus <i>Pseudococcus citri</i> Risso (Rhy. Cocc.) . . . . .	69
1. Bemerkungen über die Entwicklung von <i>Pseudococcus citri</i> in Palästina . . . . .	69
2. Beobachtungen zur Lebensgeschichte von <i>Pseudococcus citri</i> in Palästina . . . . .	74
3. Über die beschränkenden Faktoren . . . . .	80
4. Der Schaden . . . . .	82
5. Ameisenbesuch . . . . .	83
II. <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> Muls. (Col. Coccinell) . . . . .	83
1. Bemerkungen über die Entwicklung der einzelnen Stadien in Palästina . . . . .	84
2. Bemerkungen über die Entwicklungsgeschwindigkeit in Palästina . . . . .	87
3. Über die beschränkenden Faktoren . . . . .	89
4. Praktische Erfahrungen mit <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> im Kampf gegen <i>Pseudococcus citri</i> in Palästina . . . . .	90
5. Vergleich mit den Erfahrungen mit <i>Cryptolaemus montrouzieri</i> in anderen Ländern . . . . .	93
III. <i>Symphorobius (Nefasitus) amicus</i> Nav. (Neur. Hemerobiid.) . . . . .	96
1. Bemerkungen über die Entwicklung der einzelnen Stadien in Palästina . . . . .	98
2. Bemerkungen über die Entwicklungsgeschwindigkeit in Palästina . . . . .	110
3. Über die beschränkenden Faktoren . . . . .	112
4. Über die Fraßmenge von <i>Symphorobius amicus</i> als Imago und als Larve . . . . .	113
5. Über die Eiproduktion von <i>Symphorobius amicus</i> . . . . .	115
6. Praktische Erfahrungen mit der biologischen Bekämpfung von <i>Pseudococcus citri</i> mit <i>Symphorobius amicus</i> . . . . .	116
7. Die Technik der <i>Symphorobius amicus</i> -Zucht . . . . .	119
IV. <i>Cecidomyide spec. inc.</i> (Dipt. Cecid.) . . . . .	122
1. Bemerkungen über die Biologie der einzelnen Stadien . . . . .	123
2. Bemerkungen über die Entwicklungsgeschwindigkeit der Cecidomyide . . . . .	124
3. Über die beschränkenden Faktoren . . . . .	128
4. Praktische Erfahrungen im Kampf gegen <i>Pseudococcus citri</i> in Palästina . . . . .	130
5. Die Technik der Gallmücken-zucht . . . . .	130
V. <i>Leptomastidea abnormis</i> Gir. (Hym. Encyrt.) . . . . .	132
VI. Verschiedene Parasiten geringerer Bedeutung . . . . .	133
VII. Allgemeine Betrachtungen zur Methodik der biologischen Bekämpfung . . . . .	133
Zusammenfassung . . . . .	135



## Einleitung.

Die vorliegende Studie über die Möglichkeiten einer biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus citri* in Palästina bezweckt neben dem im Titel ausgedrückten Ziel, einiges Material über die theoretischen Grundlagen der biologischen Bekämpfung überhaupt, insbesondere über die Möglichkeit von Prognosen für die Einführung von Parasiten in neue Gegenden beizubringen. Die Parasiten hängen ebenso wie ihre Wirte im weitesten Umfang von den durch das Klima gebotenen Entwicklungs- und Lebensbedingungen ab. Es sei hier nur auf eine frühere Studie verwiesen (3), in der der Nachweis erbracht wurde, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit von Insekten in erster Linie von der Temperatur abhängt, und daß diese Abhängigkeit sich für praktische Zwecke mit ausreichender Genauigkeit durch eine gleichseitige Hyperbel ausdrücken läßt. Die Abszisse stellt den Entwicklungsnullpunkt dar, unterhalb dessen keine Entwicklungsprozesse mehr stattfinden. Ähnlich beherrschen die klimatischen Faktoren (in erster Linie Temperatur und Luftfeuchtigkeit) in weitem Umfang die Sterblichkeit der Nachkommen, wie in einer im Druck befindlichen Arbeit des näheren ausgeführt wird (4).

Falls aber die Abhängigkeit einer Insektenart in beiden Richtungen einigermaßen genau festgelegt ist, falls uns also sowohl die Temperatur-entwicklungskurve wie das Mortalitätsdiagramm bekannt ist, so besitzen wir (von anderen einschränkenden Faktoren abgesehen) die Unterlagen für die Beurteilung der Akklimatisationsmöglichkeit für dieses Insekt in einer neuen Gegend. Wenn von Wirt wie Parasit diese Kurven bekannt sind, so ist es ein leichtes, darüber zu urteilen, ob eine Einbürgerung des Parasiten vielversprechend, möglich oder durchaus unwahrscheinlich erscheint. Wohlbermerkt bezieht sich diese Voraussage nur auf die klimatisch bedingte Wahrscheinlichkeit, während besonders im negativen Sinne noch viele andere Faktoren (wie Nahrungsmangel, Hyperparasiten usw.) wirken können. Der Vorteil dieser Berechnungsmethoden besteht in der Ersparnis von vornherein fast aussichtsloser Einbürgerungsversuche, von deren einem wir auch in den folgenden Zeilen zu berichten haben. Für die Anwendungsmöglichkeit der Klimaformeln, auf die bereits Stellwaag hingewiesen hat (14), bringen wir hier einen praktischen Beleg.<sup>1)</sup>

Um später nicht ständig dieselben Klimadaten anführen zu müssen, seien dieselben hier in Tabellenform angeschlossen. Die Daten beziehen sich auf das Klima von Tel Aviv, von dem das Laboratorium in Petach Tikwah etwa 10 km Luftlinie entfernt liegt. Herrn Dr. Baruch gebührt für die freundliche Überlassung der mitgeteilten Daten der herzlichste Dank.

---

<sup>1)</sup> Die vorliegende Arbeit wurde von Dezember 1925 bis Februar 1928 in einem besonderen Laboratorium in Petach Tikwah, dem größten Orangenbauzentrum Palästinas, mit der finanziellen Unterstützung der jüdischen Orangenbaukolonien durchgeführt.

## I. Die Orangenschildlaus *Pseudococcus citri* Risso (Rhy. Cocc.).

Die Schildlaus *Pseudococcus citri* Risso ist in den Subtropen und Tropen der ganzen Welt verbreitet. In vielen Ländern ist sie als starker Schädling bekannt und zwar, infolge ihrer Polyphagie, an den verschiedensten Nutzpflanzen. Auch in Palästina ist *Pseudococcus citri* an vielen Wirtspflanzen verbreitet, wobei wir uns zunächst nur mit dem an Citrus spp. hervorgerufenen Schaden beschäftigen.

Die kleinen, mit einer weißen Wachsschicht bedeckten 3—4 mm langen Pseudococcen, die sich besonders im Herbst in großer Anzahl an schattigen Stellen der Orangengärten befinden, besonders gerne an den Berührungsstellen zweier aneinander liegender Früchte, sind jedem Orangepflanzer Palästinas gut bekannt. Die Morphologie dieser Art ist seit Berlese (1) genügend erforscht, so daß hier nicht weiter darauf eingegangen zu werden braucht.

### 1. Bemerkungen über die Entwicklung von *Pseudococcus citri* in Palästina.

*Pseudococcus citri* hat in Palästina eine bei weitem größere Generationenzahl, als bisher angenommen werden konnte, nämlich 7—8 Generationen in der Küstenebene. Bei Berechnung der Entwicklungsdauer legten wir die Einzeldaten der Tabelle 1 zugrunde, die von einer Eiablage bis zum Beginn der Eiablage der nächsten Generation beobachtet sind. Die Zuchten fanden auf Kartoffelsprossen statt nach der von Smith und Armitage (13) geschilderten Methode. Vergleichszuchten auf halbreifen und reifen Orangen ergaben, daß die Entwicklungsdauer auf beiden Pflanzen annähernd identisch ist. Gleichzeitig angesetzte Zuchten ergaben z. B. im September an 14 Zuchten auf Orangen 44,1 Tage, an 23 Zuchten an Kartoffelsprossen 46,3 Tage durchschnittlicher Entwicklungsdauer. Auch Zuchten von Prinz (12) in Aserbaidschan an *Vitis vinifera* (50 Tage bei 20,2° C; 42 Tage bei 22,8° C) stimmen gut mit den Daten der folgenden Abb. 1 und Tabelle überein. Bei ganz unreifen Orangen scheint die Entwicklungsdauer verlängert zu sein und die Zahl der Generationen im Frühling und Frühsommer ist vielleicht eine weniger als bei den gleichzeitigen Kartoffelzuchten. Dafür scheint die Mortalität auf Orangen geringer zu sein als auf Kartoffelsprossen.

Tabelle 1.

Klimatabelle von Tel Aviv von Oktober 1925 bis September 1928.

Monat	Monatliches Mittel				Regen in mm	Chamzin Tage
	Tempera- tur	Minimum	Maximum	Luft- feuchtigk.		
	in ° C	in ° C	in ° C	in %		
1925						
Oktober . . . . .	22,9	19,0	27,0	72	11,9	5
November . . . . .	20,1	16,0	24,1	70	84,3	6
Dezember . . . . .	15,3	11,5	19,0	80	68,3	—
1926						
Januar . . . . .	13,9	10,2	17,2	79	117,3	—
Februar . . . . .	13,3	9,6	16,8	83	81,1	3
März . . . . .	15,1	10,5	19,0	78	40,8	6
April . . . . .	18,4	13,4	23,4	72	33,1	10
Mai . . . . .	21,2	16,4	26,1	76	7,9	6
Juni . . . . .	23,6	18,4	27,6	82	—	—
Juli . . . . .	26,0	21,7	30,2	80	—	—
August . . . . .	25,5	21,1	29,7	82	—	—
September . . . . .	23,5	18,6	27,7	80	—	—
Oktober . . . . .	21,4	16,9	25,6	81	1,0	2
November . . . . .	18,4	13,8	23,3	71	16,3	6
Dezember . . . . .	12,6	—	—	81,7	233,9	—
1927						
Januar . . . . .	13,3	9,8	17,0	79	118,0	1
Februar . . . . .	11,8	9,0	15,2	80	171,0	1
März . . . . .	15,8	11,6	20,1	80	22,7	7
April . . . . .	17,8	13,1	21,5	78	30,4	4
Mai . . . . .	21,9	16,7	25,7	81	—	4
Juni . . . . .	24,9	18,8	28,5	84	—	—
Juli . . . . .	27,3	21,8	31,3	83	—	—
August . . . . .	26,5	21,5	30,2	82	—	—
September . . . . .	25,7	21,6	29,0	81	—	—
Oktober . . . . .	23,0	18,7	27,0	82	26,9	—
November . . . . .	18,9	14,8	23,3	75	28,1	2
Dezember . . . . .	14,6	10,9	18,5	73	76,7	2
1928						
Januar . . . . .	13,7	10,4	17,6	73	78,0	3
Februar . . . . .	13,3	10,4	16,7	79	204,0	2
März . . . . .	14,0	9,1	18,7	72	3,5	4
April . . . . .	19,6	13,6	24,3	70	1,1	6
Mai . . . . .	22,8	17,2	27,6	68	0,4	8
Juni . . . . .	23,1	18,6	27,9	81	—	—
Juli . . . . .	25,5	21,4	30,3	85	—	—
August . . . . .	25,8	21,6	31,1	84	—	—
September . . . . .	24,5	20,8	29,2	86	—	—

Tabelle 2.

Entwicklungsdauer von *Pseudococcus citri* in Palästina.

Nr.	Beginn der Eiablage (Muttergeneration)	Beginn der Eiablage der Tochtergeneration	Differenz in Tagen	Durchschnittliche Temperatur in °C	Weitere Eiablage der Tochtergeneration in Tagen vom Eiablagebeginn der Mutter										Gesamtzahl der eiablegenden ♀ (Tochtergeneration)	Unentwickelte ♀ bei Abschluß d. Versuchs
1	12. VII. 26	6. VIII. 26	25	25,9	30	30	30								4	—
2	31. VIII. 26	6. IX. 26	36	23,2	40	40	40	40	40	42	44	17			9	—
3	25. VIII. 26	10. X. 26	45	23,4	47	47	47	49	52	54					7	—
4	25. VIII. 26	5. X. 26	10	23,8	15	45	47	19	49	52	52	54			15	—
					59	59	59	59	59	59						
5	16. IX. 26	14. X. 26	28	22,5	31	31	31	33	33	35	35	35			25	—
					35	40	40	40	40	40	40	43				
					13	43	43	43	13	43	43	43				
6	26. VIII. 26	5. X. 26	40	23,6	40	45	45	45	45	45	45	47			17	—
					47	52	52	52	52	52	52	52				
7	29. VIII. 26	7. X. 26	39	23,5	42	42	42	42	42	42	42	42			36	—
					42	42	44	44	44	44	44	46				
					16	46	16	16	46	46	46	46				
					16	46	46	46	46	46	46	51				
					51	53	53									
8	3. IX. 26	7. X. 26	34	23,0	37	37	37	37	37	37	37	37			32	—
					37	37	37	37	37	41	11	41				
					11	11	41	41	41	11	41	11				
					41	11	11	41								
9	29. VIII. 26	17. X. 26	49	22,9	49	49	53	56	56	58	58	58			18	—
					58	58	58	58	58	58	58	58				
					58											
10	7. IX. 26	14. X. 26	37	22,7	37	37	37	40	40	40	40	40			18	—
					40	40	42	42	42	42	44	44				
					14	44	44	44	44	44	44	47				
					17	17	17	47	47	47	47	47				
					47	49	49	49	19	19	49	49				
					49	49	49	49	49	49	49					
11	12. IX. 26	10. X. 26	28	22,8	32	35	35	35	35						—	—
					(Trieb vorzeitig vertrocknet)											
12	14. IX. 26	10. X. 26	26	22,8	26	26	28	28	30	30	30	33			10	—
					33											
13	4. XI. 26	4. II. 27	92		94	96	98	101	103	103					7	—
14	2. XI. 26	5. I. 27	65		71	71	71	76	80	80	85	85			10	—
					85	85	85	85	85	87	87	87				
					87	87	87	87		106						
15	7. XI. 26	21. I. 27	75		89	95									3	36
16	4. XI. 26	3. I. 27	60		66	86	88	88	99	99	104	104			11	7
					106	109										
17	9. XI. 26	16. I. 27	67		71	78	82	82	92	92	95	99			19	27
					99	99	99	99	102	102	102	102				
					104	104										
18	2. XI. 26	3. I. 27	62		68	82	92	92	92	94	96	101			14	9
					101	101	107	112	112							

Nr.	Beginn der Eiablage (Muttergeneration)	Beginn der Eiablage der Tochtergeneration	Differenz in Tagen	in Durchschnittliche Temperatur °C	Weitere Eiablage der Tochtergeneration in Tagen vom Eiablagebeginn der Mutter	Gesamtzahl der eiablegenden ♀ (Tochtergeneration)	Unentwickelte ♀ bei Abschluß d. Versuchs
19	23. XI. 26	27. II. 27	97		99 99 101	1	28
20	9. XI. 26	13. I. 27	65		68 75 81 83 88 88 89 90 91 92 92 92 92 97 97 97 99 99 99	22	25
21	8. II. 27	13. V. 27	94	16,3	96 96 97 97 97 99 99 99	10	8
22	22. II. 27	5. V. 27	72	15,2	72 74 76 79 79 79	7	16
23	22. II. 27	15. V. 27	82	16,0	85 85 85	4	4
24	25. III. 27	9. V. 27	45	17,9	17 17 49	4	60
25	8. III. 27	18. V. 27	71	18,7	71 72 73 73 75	6	5
26	20. III. 27	16. V. 27	57	18,1	59 59	3	25
27	20. III. 27	15. V. 27	56	18,1	56 57 57 57 59 59 59 59 59 59	12	32
28	20. III. 27	22. V. 27	63	18,9	63 65 65	4	6
29	3. IV. 27	7. V. 27	34	18,5	40 42	3	13
30	23. III. 27	7. V. 27	37	17,0	43 15	3	13
31	22. IV. 27	31. V. 27	39	20,9	41 12 44	4	8
32	14. IV. 27	2. VI. 27	49	20,5	52 54 54 55 55 55 55	8	40
33	18. V. 27	17. VI. 27	30		32 32	3	55
34	20. V. 27	21. VI. 27	32		34 37 37	4	33
35	22. V. 27	26. VI. 27	35		37 38 38 38	5	65
36	1. VII. 27	22. VII. 27	21	27,3	21 23 23 25 25 25 25	8	12
37	10. VI. 27	10. VII. 27	30		31 33 34	4	25
38	21. VI. 27	20. VII. 27	29		31 31 33 33 33 33 35 35 35 35 35 35 35 35	15	7
39	21. VI. 27	24. VII. 27	33		35 35	3	22
40	21. VI. 27	20. VII. 27	29		31 35 35 35 35	6	12
41	26. VI. 27	26. VII. 27	30	26,9	30 33 33 33 33 33 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 37 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39 39	30	10
42	23. VI. 27	26. VII. 27	33	26,9	33 33 40 40 40 40 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42 42	18	3
43	24. VI. 27	26. VII. 27	32	26,8	34 34 38 40	5	10
44	1. VII. 27	7. VIII. 27	36	27,1	38 41 43 43 45 45 45 45 45	10	2
45	17. VII. 27	7. VIII. 27	21	27,1	23 23 30	4	30
46	29. VII. 27	23. VIII. 27	25	26,6	30 31 31 31 31 34 34 34 34 34 34 34 31 34	15	2
47	29. VII. 27	23. VIII. 27	25	26,6	30 31 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34 34	20	14
48	29. VII. 27	26. VIII. 27	28	26,6	(Trieb in Fäulnis)	1	30

Nr.	Beginn der Eiablage (Mutter-generation)	Beginn der Eiablage der Tochter-generation	Differenz in Tagen	Durchschnittliche Temperatur in °C	Weitere Eiablage der Tochter-generation in Tagen vom Eiablagebeginn der Mutter	Gesamtzahl der eiablegenden ♀ (Tochtergeneration)	Unentwickelte ♀ bei Abschluß d. Versuchs
49	1. VIII. 27	21. VIII. 27	20	26,5	22 22 (Trieb in Faulnis)	3	5
50	7. VIII. 27	3. IX. 27	27	26,4	29 30 32 32 32	6	13
51	10. VIII. 27	8. IX. 27	29	26,3		1	6
52	8. IX. 27	12. X. 27	34	24,8	38 38 38	4	25
53	8. IX. 27	16. X. 27	38		43 46 46 48 48 50 50 50	15	5
54	8 IX. 27	24. X. 27	46		52 52 52 52 52 52	10	20
55	4 XI. 27	29 XII. 27	55		46 48 50 50 50 52 52	8	20
56	12. XII. 27	23. IV. 28	133		58 58 58 59 59 59 59	4	27
57	12. XII. 27	23 IV. 28	133		133 133 133	4	9

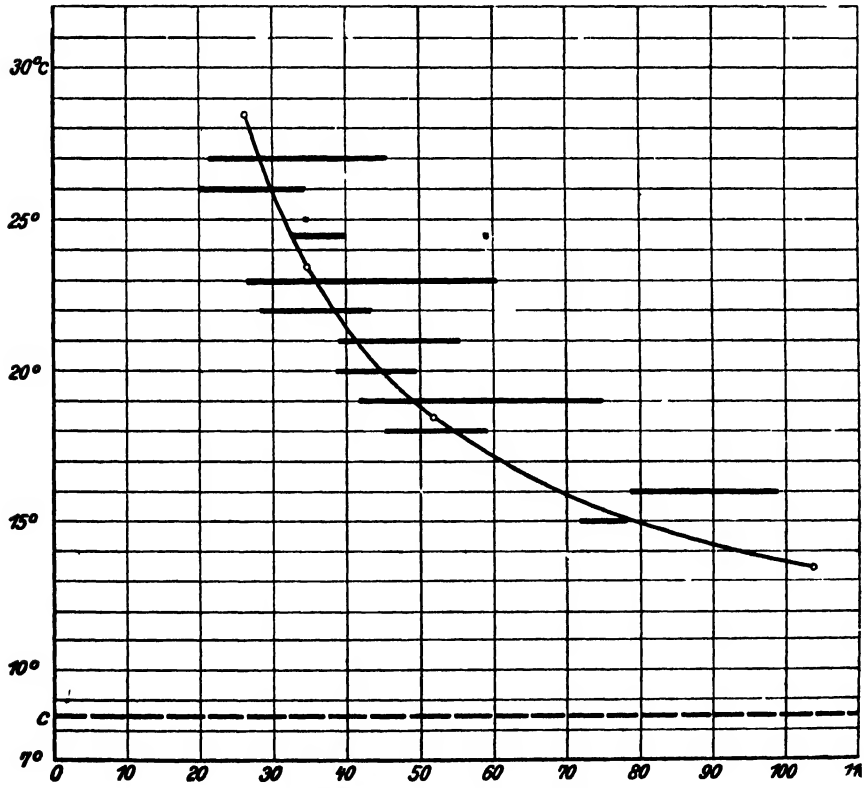


Abb. 1. Temperaturentwicklungskurve von *Pseudococcus citri*.  
Die schwarzen Querstriche bedeuten die beobachtete Variabilität der Schlüpfzeiten. Tage  
Entwicklungsdauer

Nach Monaten zusammengefaßt ergibt das folgende Tabelle:

Tabelle 3.

Gesamtentwicklungsdauer von *Pseudococcus citri*.

Monat	Zahl der Zuchten	Entwicklungsdauer in Tagen		
		Durchschnitt	Minimum	Maximum
VII. 26 . .	4	28,8	25	30
VIII. 26 . .	102	48,9	36	59
IX. 26 . .	111	40,1	26	49
XI. 26 . .	102	90,3	60	112
II. 27 . .	21	87,7	72	88
III. 27 . .	32	58,6	37	75
IV. 27 . .	15	17,4	34	55
V. 27 . .	12	35,0	30	38
VI. 27 . .	81	38,2	29	42
VII. 27 . .	58	32,4	21	45
VIII. 27 . .	10	27,5	20	32
IX. 27 . .	29	46,3	38	52
XI. 27 . .	8	58,6	58	59
XII. 27 . .	8	133,0	—	—

Aus diesen Zahlen ergibt sich eine Temperaturentwicklungskurve mit  $8,4^{\circ}\text{C}$  als Entwicklungsnullpunkt (c) und  $52,5^{\circ}$  als Thermalkonstante.

Auch während des Winters ist die Entwicklung nie völlig unterbrochen, wenn auch die Entwicklungsdauer der zweiten Wintergeneration 2 resp. 3 Monate dauert, während die Entwicklung keiner anderen Generation wesentlich mehr als einen Monat erfordert. Die Kurvenfigur gibt die Hyperbel, welche die epidemiologisch mittlere Kurve darstellt, wieder, d. h. sie ist auf Durchschnittszahlen, nicht Optimalzahlen basiert. Da die Beobachtungen von Eiablage bis Eiablage laufen, braucht die Präovipositionsperiode (Interval) nicht in die einzelnen Generationen dazwischen geschaltet zu werden.

Eine nicht uninteressante Erscheinung veranschaulichen die Diagramme (Abb. 2), aus denen hervorgeht, daß die Streuung der Schlüpfzeiten einer Generation um so breiter wird, je länger die Entwicklung selbst dauert. Über die scheinbar abweichende Abbildung aus dem Juli 1927 wird später noch zu sprechen sein.

## 2. Beobachtungen über die Lebensgeschichte von *Pseudococcus citri* in Palästina.

Die Eier befinden sich in Haufen, von einer flockigen weißen Wachsfädenhülle umgeben. Bisweilen ist der Haufen locker und die Eier sind einzeln verstreut in dem flockigen Gewirr; dies ist besonders bei kleinen Gelegen der Fall, oder wenn das Weibchen beunruhigt war und

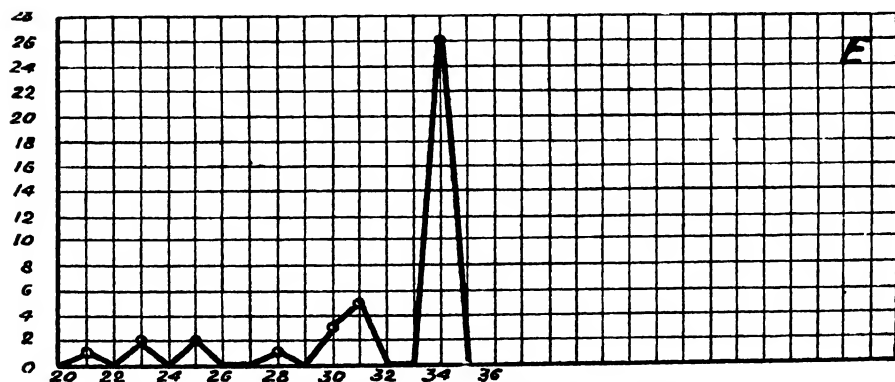
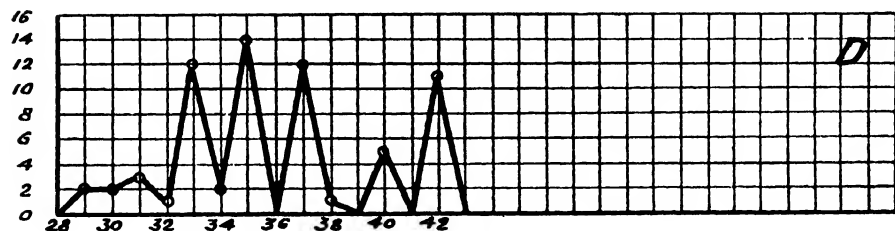
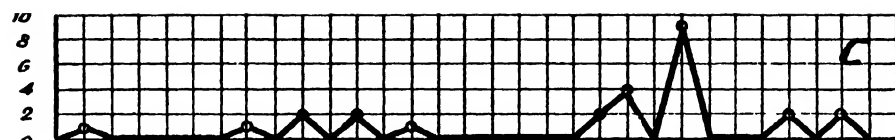
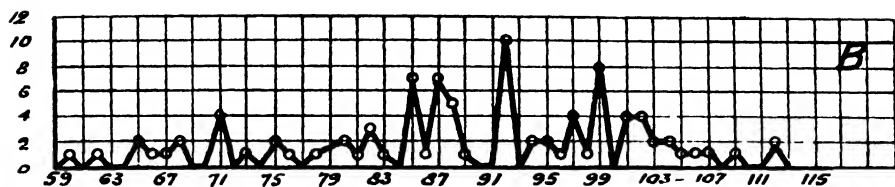
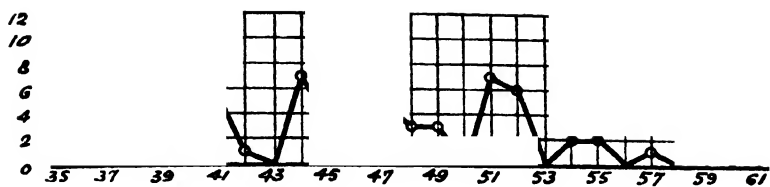


Abb. 2 Streuung der Schlüpfzeiten verschiedener Generationen von *Pseudococcus citri* bei verschiedener Entwicklungsdauer.

A Zuchten vom 25.—31. VIII. 1926. B Zuchten vom 4.—9. XI. 1926. C Zuchten vom 20.—25. III. 1927 (Abszisse  $\frac{1}{3}$  Maßstab der anderen Kurven). D Zuchten vom 21.—26. VI. 1927. E Zuchten vom 17.—29. VII. 1927.

Ordinate: Zahl der eiablegenden Weibchen. Abszisse: Tage vom Schlüpfen ab gerechnet.



den Platz wechselte. Große Gelege bestehen jedoch oft aus einem dichten Haufen bloßer Eier, der von einer dichten, sackartigen Wachsfädenhülle umgeben ist. Die Zahl der Eier ist sehr schwankend. Die Dauer der Eiablage beträgt 3—6 Tage.

Die jungen Larven kriechen aus, ohne eine Hülle zurückzulassen. Bei großen Gelegen waren öfters bereits ausgekrochene Larven im Haufen, während das Weibchen am anderen Ende des Haufens noch Eier legte. Die Tiere schlüpften bei 24—25° C beginnend vom 5.—8. Tag nach Beginn der Eiablage (nicht einheitlich); sie bleiben 1—2 Tage im Wachsflockenhaufen und gehen dann, sehr lebhaft kriechend, auf Nahrungssuche.

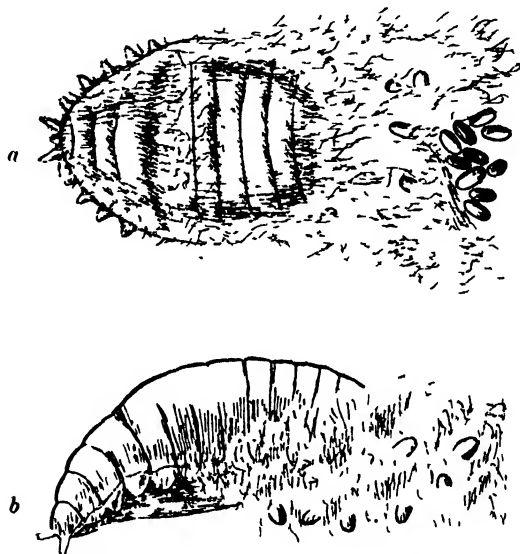


Abb. 3. Eiablegendes Weibchen von *Pseudococcus citri*.  
a von oben, b von der Seite gesehen.

Oft setzen sie sich gleich in der Nähe fest, oft aber wandern sie weite Strecken. Sie saugen sich dann fest und bleiben in der Regel am Platze, große Kolonien oder lange Reihen bildend, seltener einzeln. Während viele beim Wachsen ruhig sitzen bleiben und die Tiere dann dachziegelartig übereinanderliegen, wandern andere fort und suchen sich neue Plätze. Meist sitzen sie versteckt oder wenigstens im Schatten. Auf Kartoffeltrieben sind die Triebspitzen mit den zahlreichen jungen Blättchen voll von jungen Larven. Große Hitze läßt junge Tiere sterben; auch Eier, die nicht gut im Wachshaufen verborgen sind, vertrocknen.

Die männlichen Larven sind zu anfang von den weiblichen nicht unterscheidbar. In hiesigen Beobachtungen fanden sie sich jedoch, noch nicht halb erwachsen, in den Wachsausscheidungen der Eihaufen, wo sie im zweiten Vorstadium lange Flügelsätze bekamen. Erst dann verkriechen

sie sich in eine lockere Wachsfädenhülle zur Verpuppung. In den beiden letzten Vorstadien sind sie stets unbehilflich und in allen Bewegungen torkelnd, in größtem Gegensatze zu den flink und ganz sicher kriechenden weiblichen Larven gleicher Größe. Bald danach bewegen sich die geflügelten Männchen kriechend im Wachsflockenhaufen. Später fliegen sie viel und abends kommen sie ans Licht.

Die weiblichen Larven verändern ihre Gestalt nicht wesentlich, sondern nur die Größe und bekommen allmählich, etwa nach 8—12 Tagen, Wachausscheidungen über den ganzen Körper. Ausgewachsen legen sie entweder am Platze ihre Eier ab oder, was noch häufiger ist, sie verkriechen sich an versteckten Stellen, Ritzen oder Wänden, oft sehr weit weg vom bisherigen Saugplatz, und ohne darauf zu achten, daß die ausschlüpfenden Jungen in bald erreichbarer Nähe Nahrung finden können. Wenn die Tiere gestört werden, beginnen sie die Eiablage schon im früheren Stadium und legen dann weniger Eier ab. Oft beginnt ein Tier die Eiablage und kriecht wieder fort, um an einem anderen Platz von neuem zu beginnen. Die Eiablage beginnt mit Ausscheidungen von Wachsfäden, erst später kommen Eier. Nach beendeter Eiablage stirbt das Tier, entweder erschöpft und zu einer Haut vertrocknet, auf dem Eihaufen, oder es verläßt diesen und verkriecht sich.

Die Größe der erwachsenen Tiere ist von  $2,8 \times 2,0$  mm bis  $4,1 \times 2,9$  mm. Sie wird beeinflußt durch die Ernährung, doch so, daß eng zusammensitzende und kleinere Tiere ebenfalls sehr früh mit der Eiablage beginnen, während einzeln sitzende zu Riesenexemplaren anwachsen. Notgelege wurden schon bei Tieren von 2,5 mm Größe gefunden. Die Größe der Eier beträgt ca.  $0,35 \times 0,20$  mm ( $0,33 \times 0,18$  mm). Die Größe der eben geschlüpften Larven ist ca.  $0,40 \times 0,18$  mm ( $0,38 \times 0,17$  mm).

Über den Vorgang der Eiablage besitzen wir eine ausführliche Beobachtung. Am 7. I. 25 wurde unter anderen ein Weibchen mitgebracht, das sich am andern Tage bei der Eiablage befand. Vielfach wurden Tiere beobachtet, die sich während des Transportes verkrochen und sofort mit wolligen Ausscheidungen und Eiablage begannen. Dieses Tier scheint jedoch, nachdem ziemlich großen wolligen Haufen und der größeren Zahl am nächsten Tage bereits vorhandener Eier zu urteilen, bereits auf dem Baum, also etwa am 6. I. mit der Eiabgabe begonnen zu haben. Die beobachtete Entwicklung im geheizten Zimmer bei  $20^{\circ}$  C ging auf einem frisch mitgebrachten Orangenblatt dann in folgender Weise vor sich: Am 9. I. war ein größerer wolliger Haufen am hinteren Ende des Tieres, der sich unter dem hinteren Drittel des Tieres und um die Hälfte der Länge des Tierkörpers nach hinten über dasselbe hinaus erstreckte. Die Breite war nicht viel größer als die des Tieres, die Dicke etwa das Doppelte der Tierkörperdicke, ging aber wenig über die Höhe des Tieres hinaus, da dieses den Hinterkörper über den Eiern liegen hatte. Die Eier befinden sich unter dem Tier in dichten Haufen, in kleinerer Zahl er-

streckten sie sich über das Tier nach hinten heraus; nur sehr vereinzelt waren durch das wollige Gewebe hindurch zu sehen, das sie vollständig von oben und den Seiten watteartig umgab; auf der Unterseite lagen die Eier der Unterlage (Blatt) direkt auf. Die Wollfäden zogen sich teilweise auch am Rande des Tieres hin, die Wachs-„Füße“ waren wenig erkennbar. Zwei Tage später hatten sich die Fäden noch deutlicher um den ganzen Rand des Tieres gebildet, sehr stark am Kopfende. Unter den Eiern bewegten sich bereits einige junge Tiere, aber ohne den Wollhaufen zu verlassen. Das große Tier selbst machte krampfartige Bewegungen, die teilweise so aussahen, als ob es weiterkriechen wollte, aber von dem anhängenden Haufen nicht loskommen konnte, teilweise aber nicht wie versuchte Bewegungen, sondern wie Zuckungen aussahen; dies geschah unablässig: Das Tier hatte den ganzen Hinterkörper über den Eiern erhoben, das Hinterende war im Wollhaufen verborgen, während der Vorderkörper

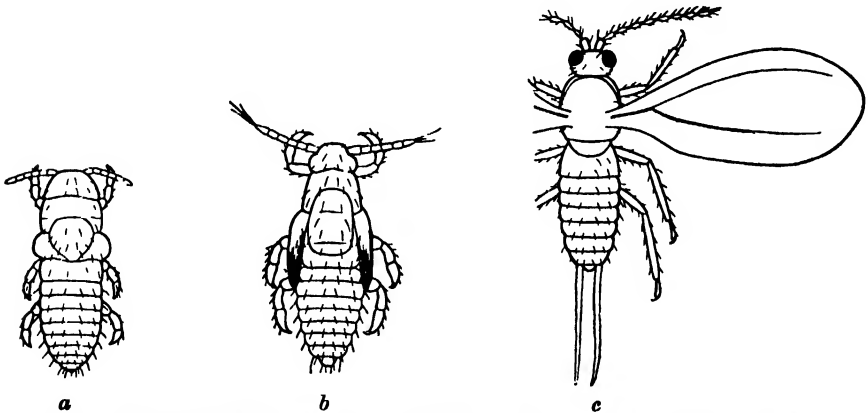


Abb. 1. Münnliche Entwicklungsstadien von *Pseudococcus citri*. a Larve. b Nymphe. c Imago.

sich im Bogen abwärts bog und das Kopfende senkrecht auf der Unterlage (Blatt) stand. Bei den Bewegungen streckte sich der Kopf vielfach flach vorwärts hervor.

Am 11. I. hatte sich die Zahl der Eier stark vermehrt, der Wollhaufen nur gering vergrößert, dagegen waren Wollbildungen um das ganze Tier herum und besonders am Kopfende. Die Wachsausscheidungen auf dem Rücken des Tieres machen einen trockenen Eindruck. Das Tier scheint tot zu sein, vollständig im Bogen gekrümmt. Eine größere Zahl kleiner Tiere bewegte sich im Eihaufen und darüber hinaus, einige liefen bereits lebhaft über das ganze Blatt.

Die Eizahl von *Pseudococcus citri* scheint im allgemeinen überschätzt zu werden. Zwar haben wir vereinzelt Tiere mit 400—500 Eiern gefunden, doch waren in den Zählungen in den Orangengärten 100—150 das Übliche, das nur selten überschritten wurde. Da die Zählungen im Garten zumeist nicht aufnotiert wurden, so kommt das Überwiegen dieser Eizahl in der folgenden Tabelle nicht deutlich zum Ausdruck.

Tabelle 4.  
Eizahl von *Pseudococcus citri*.

Datum	Zahl der Eigelege	Eizahl der Eigelege							Durchschnitt Eier pro Eigelege
29. VI. 25 .	3	418	423	330					400
23. IX. 25 .	6	176	240	182	160	186	110		176
4. X. 25 .	3	430	480	345					418
31. I. 27 .	10	125	140	45	55	115	163		
		108	142	34	148				107
24. II. 27 .	6	92	106	44	94	172	39		91
4. IX. 27 .	6	122	139	182	32	212	74		95
13. X. 27 .	6	34	92	180	201	110	200		136
6. XII. 27 .	8	25	90	150	60	35	60		
		47	75						68
30. I. 28 .	25	80	53	56	68	90	34		
		38	35	28	58	25	24		
		85	75	40	54	25	34		
		36	60	24	30	24	45		
		40							14

Da wir bei ungestörten Tieren nur einmalige Eiablage beobachtet haben, so glauben wir, mit diesen Zahlen den gesamten Eivorrat erfaßt zu haben.

Über den Winteraufenthalt der auf den Orangenbäumen verbleibenden Tiere kann nicht viel Bestimmtes gesagt werden. Da sie aber zu allen Zeiten zum Verkriechen (Eiablage) trockene Blätter und Ritzen lieben, ist anzunehmen, daß sie Eigelege oder sich selbst zum Winter ebenso verstecken. In Fanggürteln findet man sie so vielfach. In Petach Tikwah wurden lebende Tiere auf Orangen noch Anfang Februar gefunden, allerdings in geringer Zahl. Von März bis Anfang April ab gibt es aber kaum noch Früchte auf den Bäumen, und es erscheinen dann erst im Mai wieder an den kleinen Früchten die jungen Larven, die am Stielansatz der Frucht saugen.

Eine wichtige Beobachtung gelang uns im Verlaufe des letzten Winters. Bereits seit Jahren hatten wir festgestellt, daß im Winter, besonders im Februar und März, zahlreiche *Pseudococci* und *Pseudococcus*-Eigelege sich an den Wurzeln von *Polygonum equisetiforme* und anderer Unkräuter in den Orangengärten massenhaft vorfanden. Zunächst glaubten wir nur an ein passives Abgespültwerden der *Pseudococcen* durch die Winterregengüsse. Die abgespülten Tiere hätten sich dann aktiv auf der vorhandenen Kräuterflora angesiedelt. Stutzig macht es aber, daß in der gleichen Jahreszeit weit von allen Orangengärten *Pseudococcus citri* auch an den Wurzeln von *Thymelaea hirsuta*, *Tamarix* sp. und anderen

Pflanzen aufgefunden wurde. Ihre Abrundung erfuhren diese Tatsachen, als sich herausstellte, daß die im Winter unterirdisch an *Vitis vinifera* schmarotzende *Pseudococcus*-Art, die bisher für *Pseudococcus vitis* angesehen wurde, von den Herren E. E. Green, W. J. Hall und dem Verfasser für identisch mit *Pseudococcus citri* angesehen werden mußte. Es waren also alle Anzeichen dafür vorhanden, daß *Pseudococcus citri* während der Regenzeit aktiv die Citrusbäume verläßt und auf die Wurzeln verschiedener Pflanzen wie *Polygonum*, *Thymelaea*, *Vitis* überwandert. Einen weiteren Wahrscheinlichkeitsbeweis erbringt eine sonderbare Parallele in den Einzelzuchten, auf die wir seit Beginn 1927 achteten. Während dieser Zeit erfolgte 9 mal die Eiablage auf dem Boden des Zuchtgefäßes und nicht an dem Kartoffeltrieb und zwar geschah dies:

im Februar 1927	2 mal
im März 1927	3 mal
im November 1927	3 mal
im Januar 1928	1 mal

Die Abwanderung vom Kartoffeltrieb erfolgte also nur zu einer Zeit, da draußen die Regenzeit herrschte, deren direkte Folgen im Zuchtraum natürlich nicht zu verspüren waren.<sup>1)</sup>

Damit entfällt natürlich auch die geistreiche Theorie von Mangin und Violla (8), daß die Abwanderung des *Pseudococcus vitis* auf die Wurzeln eine Anpassung an die Trockenheit darstelle. Da dieses Überwandern auf Wurzeln nur in der feuchten Jahreszeit zu geschehen scheint, so kann es sich nicht um eine solche Anpassung handeln. Es scheint übrigens, als ob die Tiere von *Vitis* im Sommer keine aktive Wanderung antreten, sondern die überlebenden Individuen verkriechen sich in den Rindenritzen, um bei Beginn der Regenzeit mit erneuter Massenvermehrung zu beginnen.

An Citrus scheint *Pseudococcus* als Nahrung streng auf die Frucht beschränkt zu sein. Die erwähnte *Polygonum*-Art nimmt unter den Unkräutern überhaupt eine gewisse Sonderstellung ein, indem sie die einzige Krautpflanze ist, an der sich 3 eingeführte Citrus-Cocciden in Palästina entwickeln, nämlich außer *Pseudococcus citri* noch *Ceroplastes floridensis* und *Icerya purchasi*.

Die Produktion von Männchen scheint vorwiegend in den Sommermonaten stattzufinden.

### 3. Über die beschränkenden Faktoren.

Daß unter den beschränkenden Faktoren tierische Feinde und Parasiten eine gewisse Rolle spielen, ist unfraglich. Wir legen deshalb unseren

<sup>1)</sup> Herr Garber, Petach Tikwah legt Wert darauf, mich zum erstenmal auf die Laus an der Wurzel von *Polygonum* aufmerksam gemacht zu haben. Mr. Laing vom Britisch Museum, London, hat mich erstmals darauf hingewiesen, die Frage einer aktiven Wurzelwanderung zu beachten; ich hatte zuvor dieselbe als rein passiv betrachtet.

Betrachtungen die Einzelzuchten zugrunde, in denen dieselben ausgeschaltet waren. Wir erkennen dann eine fraglos klimatisch bedingte Mortalität, die in den einzelnen Jahreszeiten verschieden ist. Als klimatisch bedingt ist dieselbe anzusprechen, da alle anderen Faktoren gleich blieben. Vergleichen wir die durchschnittliche Nachkommenzahl jeden Eigeleges in den verschiedenen Monaten, so erkennen wir auf den ersten Blick, daß im Frühjahr und Herbst die geringste Mortalität herrscht. Im Im Frühjahr erreichte etwa  $\frac{1}{3}$  der durchschnittlichen Eizahl das geschlechtsreife Stadium, im Herbst noch etwa  $\frac{1}{5}$ , während in den heißen Sommermonaten diese Zahl auf  $\frac{1}{15}$  herabgedrückt ist und auch im Winter

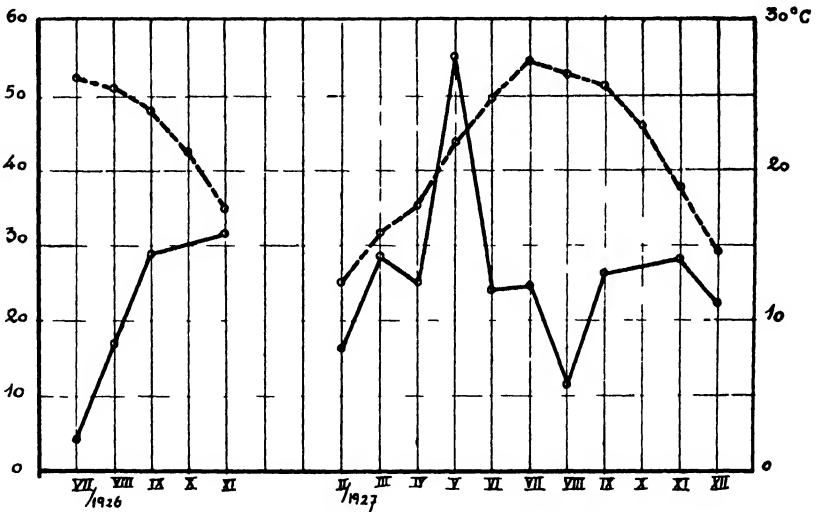


Abb. 5. Nachkommenproduktion und Klimamortalität von *Pseudococcus citri*.  
 - - - - Durchschnittstemperatur (rechte Ordinate). ——— Durchschnittliche Zahl der Nachkommen, die aus den Eiablagen des betreffenden Monats zur Eiablage gelangen (linke Ordinate).

nicht viel höher liegt. Auch eine genaue Auswertung der Darstellung auf Abb. 1 zeigt uns, daß oberhalb  $26^{\circ}\text{C}$  eine Verlängerung der Entwicklungsdauer beginnt. Eine Bestätigung dieser Ansicht bietet uns Abb. 5. In dem Diagramm für Juli 1927 ist trotz verkürzter Entwicklungsdauer der betreffenden Individuen gegenüber Juni 1927 keine schmalere Streuungskurve zustande gekommen.  $26^{\circ}\text{C}$  zeigt also die Grenze der Wärmezone an, innerhalb der eine äußerst starke Mortalität beginnt. Ähnlich ist das Winterklima fatal. Ob eine stark erhöhte Luftfeuchtigkeit im Sommer, eine Trockenheit im Winter diese Mortalitätsangaben, die für Palästina fraglos zu recht bestehen, verändern würden, ist eine für die allgemeine Epidemiologie von *Pseudococcus citri* wichtige, noch offenstehende Frage. Nur im Frühjahr und Herbst liegen also die Vorbedingungen für Massenvermehrung von *Pseudococcus citri* vor.

#### 4. Der Schaden.

Der durch *Pseudococcus citri* verursachte Schaden ist nicht unbeträchtlich. Im Spätsommer und Herbst sind in vielen Orangengärten die weißen Flocken dieser Schildlaus massenhaft zu sehen. Fruchtfall bis zu 50 Früchten und mehr an einzelnen Bäumen ist keine Seltenheit. Die Verteilung der Schildlaus über die einzelnen Gärten ist aber keine gleichmäßige. Sie bevorzugen stets schattige Stellen, an denen die Bäume dicht gedrängt aneinander stehen. Solange die Bäume jünger sind oder wo größere Abstände gewählt wurden, ist ein starkes Auftreten von *Pseudococcus citri* äußerst selten. Aber auch in den schattigen Teilen ist das besonders starke Auftreten meist auf Herde beschränkt, wie aus der späteren Beschreibung der Bekämpfungssaktionen noch hervorgehen wird. Auch örtlich bestehen Unterschiede, indem im Chedera und Petach Tikwah der Schade stets lokal, aber beträchtlich ist, während in dem etwas südlich gelegenen Rechoboth *Pseudococcus citri* im Herbst scheinbar keinen Schaden verursacht.

Außerdem steht *Pseudococcus citri* in einem gewissen Zusammenhang mit der in Palästina als Juni-Fall bekannten Erscheinung. Ende Mai und Anfang Juni fallen an den Bäumen plötzlich Dutzende bis Hunderte Früchte von Walnußgröße herab. Bei weitaus der größten Zahl dieser Früchte sitzt die etwa  $\frac{1}{2}$  mm lange hellbraune Larve von *Pseudococcus citri* unter der Fruchtnabe, zwischen Stiel und Fruchtansatz. Obwohl die primären Ursachen des Juni-Fall wahrscheinlich in Störungen oder Umstellungen des Wasser-Stoffwechsels zu suchen sind, so ist es keine Frage, daß das Saugen der *Pseudococcus*-Larven, zu dem Fallen der Frucht beiträgt. Es fallen eben bevorzugt die so mit *Pseudococcus*-Larven besetzten Früchte ab. Es ist in dieser Hinsicht wichtig, daß bei plötzlichen Klimaschwankungen besonders nach Schirokko (Chamzin) ebenfalls ein solcher Fruchtfall einsetzt, bei dem aber der *Pseudococcus*-Befall nur eine ganz geringfügige Rolle spielt, wie aus der Zahl der von *Pseudococcus*-Larven besetzten fallenden Früchte hervorgeht. Nachdem ein solcher Schaden, auf den Verfasser zuerst 1924 aufmerksam gemacht hatte, auch aus Kalifornien bekannt geworden ist (Woglum, Calif. Citrograph 1926 S. 317), dürfte die Schadrolle von *Pseudococcus citri* in dieser Hinsicht geklärt sein.

Der Schaden im Herbst, zusammen mit dem im Frühjahr macht *Pseudococcus citri* zu einem ökonomisch in hervorragendem Maße wichtigen Schädling. Da nach den Erfahrungen in anderen Ländern die technischen Hilfsverfahren zu einer befriedigenden Bekämpfung nicht ausreichen, so wurden Studien über die Möglichkeit einer biologischen Bekämpfung angestellt, deren Ergebnisse in den folgenden Zeilen dargelegt werden.

## 5. Ameisenbesuch.

Die *Pseudococcus citri* besuchenden Ameisen sind vor allem *Orematogaster inermis* Mayr. Hierneben treten alle anderen besuchenden Arten weit zurück. Es sind dies: *Orematogaster inermis* var. *armatula* Em., *Camponotus compressus thoracicus* var. *sanctoides* For., *Tetramorium punicum* var. *lucidula* Em., *Paratrechina jägerskiöldi* Mayr., (?), *Plagiolepis pallescens* var. *ancyrensis* Sauts. Die Bestimmung erfolgte durch Herrn Dr. Menozzi-Chiavari, der eine monographische Bearbeitung der palästinensischen Ameisen soeben abgeschlossen hat.

## II. *Cryptolaemus montrouzieri* Muls (Col. Coccinell.).

Die guten Erfolge, die diese Coccinellide in Kalifornien und in Nizza bei der biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus*-Arten erzielt hatte, ließen uns in erster Linie an die Einführung und Vermehrung dieser Art denken. Wir hielten die ersten Sendungen im Winter 1924/25 durch Prof. Poutiers aus Mentone. Die Tiere hatten den Transport jedoch nicht überstanden. Im Frühjahr 1925 hatte dann Efflatoun Bey-Cairo die Liebenswürdigkeit, uns etwa 30 Imagines und Larven aus den Zuchten des ägyptischen Landwirtschaftsministeriums zu senden, die gut ankamen. Von diesen Tieren stammen alle unsere Zuchten ab.

Die Zucht erfolgte in den von Smith und Armitage (1920) beschriebenen Zuchtgestellen, zunächst in Tel Aviv, später in Petach Tikwah. Die Vermehrung in den künstlichen Aufzuchten machte keine größeren Schwierigkeiten, abgesehen vom Jahre 1927, in dem besondere Bedingungen vorherrschten.

Die Morphologie des Käfers und seiner Entwicklungsstadien ist gut bekannt und es ist nicht nötig, sie hier näher zu beschreiben. Für diejenigen Leser, die mit dem Käfer nicht bekannt sind, nur die folgenden Angaben.

Der Käfer ist von der gewöhnlichen Gestalt der Coccinelliden. 4,9—5,3 mm lang, 3,2—4,0 mm breit. Die Tiere sind also durchschnittlich größer als diejenigen, die Poutiers gemessen hat ( $4,0 \times 2,5$  mm). Nur in einem Ausnahmefall betrugen die Maße  $3,8 \times 2,8$  mm. Die Farbe des Käfers ist schwarz; Kopf, Pronotum, Hinterenden der Elytren, Abdomen orangegelb.

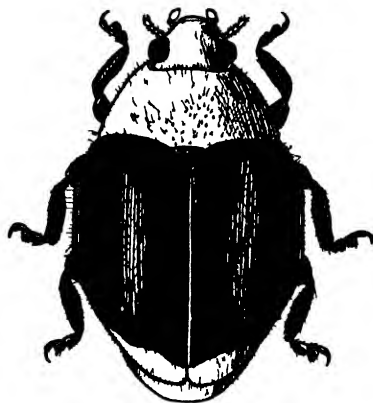


Abb 6. *Cryptolaemus montrouzieri*, Käfer



Das hellgelbe  $1,0 \times 0,3$  mm große Ei findet sich vereinzelt in den Pseudococcus-Eigelegen, wo es sich durch Größe und Farbe auf den ersten Blick von den Pseudococcus-Eiern unterscheidet.

Die Larve ist zunächst gelbgrünlich, bedeckt sich aber sehr bald mit weißen Wachsausscheidungen, sodaß die jungen Larven oft nicht leicht von Pseudococci unterschieden werden. Später sind sie schon am

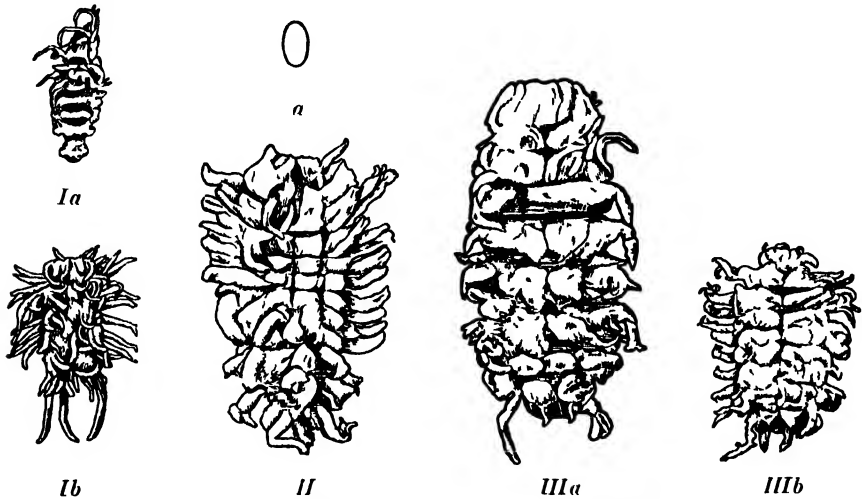


Abb 7 Ei und verschiedene Larvenstadien von *Cryptolaemus montrouzieri*  
a Ei Ia und Ib Erstes Larvenstadium II Zweites Larvenstadium IIIa und IIIb Drittes Larvenstadium

Größenunterschied leicht erkennbar. Die Verteilung der Wachsausscheidungen ist bei den älteren Larven sehr regelmäßig und aus Abb. 7 leicht ersichtlich.

Auch die Puppe hat die normale Puppengestalt der Coccinelliden; sie findet sich zumeist an schattigen Stellen, Ritzen, Winkeln und ähnlichen Orten.

## 1. Bemerkungen über die Entwicklung der einzelnen Stadien in Palästina.

Auf Tabelle 5 sind die Zuchtergebnisse von 36 Käfern dargestellt, indem aus jeder Zucht das sich am schnellsten entwickelnde Individuum herausgegriffen wurde.

Die Eier werden vereinzelt zwischen die Eigelege von Pseudococcus abgelegt, wo die ausschlüpfenden Larven sofort ihre Nahrung finden. Abgesehen von der ersten Frühjahrsgeneration, von der wir keine Zahlen besitzen, schwankt die minimale Dauer des Eistadiums von 23/24 Tagen im Frühjahr 1926 bis herab zu 6—9 Tagen im Sommer. Bemerkenswert ist die Verlängerung des Eistadiums im besonders heißen Hochsommer 1927

Die jungen Larven sind verhältnismäßig träge und gehen in der Natur wahrscheinlich zugrunde, wenn sie nicht in unmittelbarer Nähe

Tabelle 5.

Dauer der verschiedenen Entwicklungsstadien aus Einzelzuchten von  
*Cryptolaeus montrouxieri*. (Kürzeste Entwicklung pro Zucht.)

Nr.	Einsetzen der Eltern	Die ersten Larven erkennbar	Dauer des Ei- sta- diums	Dauer Ei- sta- dium + Inter- val	Erste Ver- puppung	Dauer des Larven- sta- diums	Schlüpfen von Käfern	Dauer des Puppen- sta- diums	Dauer total
1.	19. IX. 25	2. X. 25	—	13	15. X. 25	13	23. X. 25	8	34
2.	22. IX.	5. X.	—	13	21. X.	16	29. X.	8	37
3.	25. IX.	6. X.	—	11	21. X.	15	28. X.	7	33
4.	2. X.	16. X.	14	—	31. X.	15	8. XI.	8	37
5.	10. X.	26. X.	—	16	10. XI.	15	27. XI.	17	48
6.	22. IV. 26	15. V. 26	23	—	12. VI. 26	28	16. VI.	4 (?)	55
7.	25. V.	18. VI.	24	—	4. VII.	16	12. VII. 26	8	48
8.	13. VI.	29. VI.	—	16	12. VII.	13	27. VII.	15	44
9.	18. VII.	28. VII.	—	10	17. VIII.	20	29. VIII.	12	42
10.	20. VII.	28. VII.	—	8	17. VIII.	20	29. VIII.	12	40
11.	9. VIII.	19. VIII.	—	10	24. VIII.	5 (?)	2. IX.	9	24 (?)
12.	20. VIII.	29. VIII.	9	—	19. IX.	21	3. X.	14	44
13.	23. VIII.	29. VIII.	6	—	25. IX.	27	4. X.	9	42
14.	3. X.	19. X.	16	—	4. XI.	16	7. XII.	33	65
15.	7. X.	15. X.	8	—	4. XI.	20	26. XI.	22	50
16.	19. X.	31. X.	12	—	18. XI.	18	23. XII.	35	65
17.	2. XI.	18. XI.	16	—	17. XII.	30	25. I. 27	39	85
18.	26. XI.	3. IV. 27	—	128	4. V. 27	31	15. V.	11	170
19.	6. XII.	8. IV.	—	123	8. V.	30	22. V.	14	167
20.	23. XII.	20. V.	—	148	5. VI.	16	13. VI.	8	172
21.	3. V. 27	15. V.	12	—	30. V.	15	12. VI.	13	40
22.	22. V.	8. VI.	—	17	26. VI.	18	7. VII.	11	46
23.	25. V.	10. VI.	—	16	30. VI.	20	8. VII.	8	44
24.	26. V.	10. VI.	—	15	28. VI.	18	8. VII.	10	43
25.	3. VI.	12. VI.	9	—	26. VI.	14	10. VII.	14	37
26.	3. VI.	12. VI.	9	—	7. VII.	25	24. VII.	17	51
27.	12. VI.	23. VI.	11	—	3. VII.	10	14. VII.	13	34
28.	17. VI.	30. VI.	13	—	17. VII.	17	24. VII.	7	37
29.	30. VI.	10. VII.	10	—	19. VII.	9	29. VII.	10	29
30.	7. VII.	17. VII.	—	10	2. VIII.	15	21. VII.	19	44
31.	8. VIII.	25. VIII.	—	17	9. IX.	15	21. IX.	12	44
32.	21. VIII.	30. VIII.	9	—	22. IX.	23	9. X.	17	49
33.	15. IX.	28. IX.	13	—	14. X.	16	24. X.	10	39
34.	20. IX.	9. X.	19	—	21. X.	12	15. XI.	24	55
35.	13. X.	27. X.	—	14	21. XI.	25	27. XII.	30	173
36.	14. X.	10. XI.	—	27	20. XI.	10	9. XII.	19	56

Tabelle 6.  
Lebensdauer der *Cryptolaemus montrouzieri*-Imagines.

Nr.	Beginn des Versuchs	Alter	Zahl	Lebensdauer in Tagen	Durchschnitt	Gestorben von — bis
1.	14. VI. 26	frisch geschlüpft	8	6, 6, 6, 7, 8, 28, 35, 43	20	20. VI.—27. VII.
2.	23. VIII.	17 Tage	6	25, 37, 37, 37, 37, 37	35	31. VIII. bis 12. IX
3.	26. IX.	3 Tage	11	24, 34, 36, 36, 47, 49, 49, 49, 52, 61, 73	46	17. X.—5. XII.
4.	3. X.	frisch geschlüpft	6	6, 59, 59, 63, 64 70	54	9. X.—17. XII.
5.	31. X.	41 Tage	7	50, 52, 52, 55, 55, 55, 76	56	9. XI.—5. XII.
6.	31. X.	41 Tage	5	50, 52, 55, 72, 76	61	9. XI.—5. XII.
7.	26. XI.	frisch geschlüpft	12	16, 16, 16, 72, 93, 102, 114, 114, 115, 140, 174, 174	96	12. XII. 26 bis 25. V. 27
8.	6 XII.	frisch geschlüpft	13	16, 17, 17, 48, 50, 72, 72, 103, 128, 154, 157, 164, 168	90	23. XII. 25 bis 5. VII. 27
9.	23. XII.	frisch geschlüpft	17	24, 24, 81, 110, 110, 116, 116, 127, 127, 127, 127, 139, 140, 140, 153, 155, 158	116	16. I.—12. VI. 27
10.	3. VI. 27	6 Tage	20	18, 18, 18, 36, 36, 43, 43, 45, 51, 51, 51, 65, 65, 65, 78, 78, 79, 83, 83, 94	55	17. VI. — 14 IX.
11.	13. VII.	4 Tage	6	12, 21, 37, 37, 55, 61	37	24. VII.—11. IX.
12.	27. VII.	frisch geschlüpft	6	4, 18, 18, 18, 32, 46	23	31. VII.—11. IX.
13.	8. VIII.	frisch geschlüpft	6	22, 22, 22, 34, 34, 37	29	30. VIII. bis 14. IX.
14.	21. VIII.	frisch geschlüpft	5	26, 28, 31, 31, 41	31	3. IX.—21. IX.
15.	20. IX.	40 Tage	5	53, 64, 74, 79, 79	70	21. IX.—17. X.

ihre Nahrung finden. Sie häuten sich zweimal. Ihre Entwicklungsdauer schwankte von 31 Tagen (April 1927) bis herab zu 9 Tagen (Juli 1927) und betrug im Durchschnitt 2—3 Wochen.

Die Verpuppung findet an dunkleren Stellen des Zuchtkastens, in der Natur vorzugsweise in Rissen der Baumrinde statt. Die Puppenruhe dauerte von 39 (Winter 1925/26) bis herab zu 7 Tagen (Oktober 1925), im Durchschnitt 1—2 Wochen.

Die Lebensdauer der Imagines schwankte ebenfalls in weiten Grenzen. Von 116 Tagen im Winterdurchschnitt (maximale Lebensdauer 174 Tage) bis herab zu 20 Tagen im Hochsommer (Tab. 6).

Die Überwinterung findet fast nur im Imaginalstadium statt. Die Eiablage der Käfer wird von Anfang Dezember ab unterbrochen. Hingegen entwickeln sich auch nach dieser Zeit noch große Larven und Puppen, die bis in die erste Januarhälfte hinein schlüpfen. Die über-

winternden Puppen, die bis zu dieser Zeit nicht geschlüpft waren, verfaulen regelmäßig vor dem Frühjahr. Die Eiablage der Käfer scheint im März wieder zu beginnen, da Anfang April die ersten Larven als Nachkommen der überwinternden Käfer erscheinen. Auch die Mortalität der überwinternden Imagines ist eine hohe.

## 2. Bemerkungen über die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Cryptolaemus montrouzieri* in Palästina.

*Cryptolaemus montrouzieri* entwickelt sich in Palästina in sechs jährlichen Generationen: Die überwinternde Generation, die beinahe  $\frac{1}{2}$  Jahr lang andauert, eine Frühjahrsgeneration, die in der Regel über

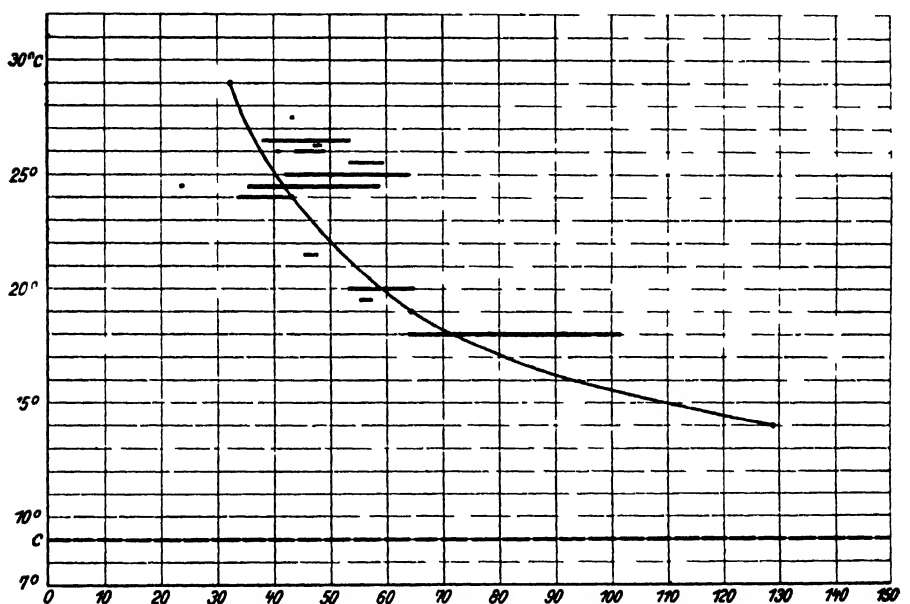


Abb. 8. Temperaturentwicklungskurve von *Cryptolaemus montrouzieri*.

Tage  
Entwicklungsdauer

2 Monate andauert sowie 4 Sommer- und Herbstgenerationen von 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Monate durchschnittlicher Entwicklungsdauer. Es ist nicht möglich gewesen, für *Cryptolaemus* mit annähernd derselben Sicherheit die Temperaturentwicklungskurve aufzustellen, wie dies für die anderen in dieser Arbeit behandelten Insekten geschehen ist. Der Grund liegt darin, daß *Cryptolaemus montrouzieri* in Palästina 2 Perioden starker Mortalität und ungünstiger, entwicklungshemmender Außenbedingungen durchmacht; außer dem Winter wirkt auch der Hochsommer in dieser Richtung ein, wie das nächste Kapitel zeigen wird.

Als grobes Unterlagenmaterial für die Berechnung der Temperaturentwicklungskurve sowie als Übersicht der Generationenfolge in Palästina dienen die folgenden beiden Tabellen.

Tabelle 7.

Übersicht über den Verlauf der *Cryptoluemussuchten* (soweit kontrolliert).

Nr.	Einsetzen der Eltern	Zahl	Schlüpfen der Nachkommen	Tage	Zahl der Nachkommen	
1.	16. VII. 25 . . . .	2	25. IX.—1. X. 25	40—43	5	
2.	21. IX. 25 . . . .	4	23. X.—31. X. 25	32—39	24	
3.	22. IX. 25 . . . .	21	29. X.—8. XI. 25	37—45	29	
4.	25. IX. 25 . . . .	6	28. X.—31. X. 25	33—36	13	
5.	2.—6. X. 25 . . . .	29	9. XI.—27. XI. 25	38—57	90	
6.	13. X. 25 . . . .	8	27. XI. 29. XI. 25	45—47	2	
7.	30. III. 26 . . . .	2	16. VI. 25	77	4	
8.	22. IV. 26 . . . .	2	16. VI.—27. VI. 25	55—66	10	
9.	13.—19. V. 26 . . .	50	17. VII.—2. VIII. 25	65—79	28	
10.	25. V. 26 . . . .	46	12. VII.—30. VII. 25	48—66	12	} (Dürftige Fütterung).
11.	13. VI. 26 . . . .	4	27. VII.—5. VIII. 25	44—52	9	
12.	18. VII. 26 . . . .	10	29. VIII.—12. IX. 25	42—55	12	
13.	20. VII. 26 . . . .	10	29. VIII.—31. VII. 25	40—42	9	
14.	9. VIII. 26 . . . .	84	2. IX.—2. X. 25	24—54	86	
15.	20. VIII. 26 . . . .	6	3. X. 25	44	2	
16.	23. VIII. 26 . . . .	6	4. XI.—9. X. 25	42—47	2	
17.	3. X. 26 . . . .	5	7. XII. 26—3. I. 27	65—92	13	
18.	7. X. 26 . . . .	11	26. XI.—6. XII. 27	50—60	9	
19.	19. X. 26 . . . .	6	23. XII. 26—5. I. 27	65—76	12	
20.	2. XI. 26 . . . .	6	25. I. 27	85	1	
21.	26. XI. 26—11. II. 27	12	15. V.—1. VI. 27	167—184	48	} Scheinbar so lange, da in- zwischen Über- winterung
22.	6.—19. XII. 26 . .	15	22. V.—12. VI. 27	167—189	9	
23.	23. XII. 26—5. I. 27	17	13. VI. 27	172	1	
24.	3. V. 27 . . . .	8	12. VI.—7. VII. 27	40—65	24	
25.	22. V. 27 . . . .	9	7. VII.—11. VII. 27	46—50	8	
26.	25. V. 27 . . . .	11	8. VII. 24. VII. 27	44—59	11	
27.	26. V. 27 . . . .	13	9. VII.—29. VII. 27	43—64	23	
28.	3. VI. 27 . . . .	13	24. VII. 27	51	1	
29.	3. VI. 27 . . . .	11	10. VII.—14. VII. 27	37—41	4	
30.	12. VI. 27 . . . .	9	14. VII.—29. VII. 27	34—49	6	
31.	17. VI. 27 . . . .	12	24. VII.—29. VII. 27	37—42	4	
32.	30. VI. 27 . . . .	37	29. VII.—14. VIII. 27	29—45	31	
33.	7.—10. VII. 27 . .	14	21. VIII. 27	44	1	
34.	19. VII. 27 . . . .	10	1./2. X. 27	44—45	3	
35.	8. VIII. 27 . . . .	11	21. IX. 27	44	2	
36.	21. VIII. 27 . . . .	8	9. X.—13. X. 27	49—53	19	
37.	15. IX. 27 . . . .	5	24. X.—27. X. 27	39—42	4	
38.	20. IX. 27 . . . .	5	15. VI.—22. XI. 27	55—62	5	
38.	13. X. 27 . . . .	7	27. VII.—20. I. 28	73—97	25	
40.	14. X. 27 . . . .	11	9. VII.—11. VII. 28	57—58	4	

Tabelle 8.  
Temperaturabhängigkeit einiger Zuchten von *Cryptolaemus*  
*montrouzieri*.

Beginn der Zucht	Durchschnittliche Temperatur in ° C.	Durchschnittliche Entwicklungsdauer in Tagen
19. IX. 25. . . . .	24,0	38
6. VIII. 26. . . . .	24,5	45
7. X. 26. . . . .	20,0	53
22. V. 27. . . . .	25,0	48
25. V. 27. . . . .	25,0	48
15. VI. 27. . . . .	25,7	46
8. VIII 27. . . . .	26,7	44
13. X. 27. . . . .	17,9	85
14. X. 27. . . . .	19,6	56

Da die Beobachtung über den Augenblick der Eiablage sehr schwierig ist, haben wir unseren Berechnungen vorwiegend die Daten der Tabelle 8 zugrunde gelegt, die vom Beginn des Schlüpfens der Elternkäfer bis zum Schlüpfen der Käfer der ersten Nachkommengeneration berechnet ist. Als Ausgangsformel dient uns:

$$\frac{c}{\text{Th. C.}} = \frac{9,0^{\circ} \text{ C.}}{645^{\circ}}$$

Kurvenfigur 8 zeigt uns die so errechnete Hyperbel für das epidemiologische Mittel. Die Präovipositionsperiode ist nicht so genau fixiert. Wir wissen nur, daß sie auch im Sommer 4 Tage nicht unterschreitet. Schätzungsweise kann man sie mit 4—6 Tagen im Sommer, mit 7 bis 12 Tagen im Winter ansetzen.

### 3. Über die beschränkenden Faktoren.

Wie in den meisten von uns bisher untersuchten Fällen steht auch bei *Cryptolaemus montrouzieri* das Klima an erster Stelle unter den beschränkenden Faktoren. Tierische Feinde kommen kaum in Frage. Wohl ergeben sich die Tiere bei Massenzuchten in gedrängten Räumen gelegentlich dem Kannibalismus, wohl frißt *Symphorobius amicus* ebenso gern die *Cryptolaemus*- wie die *Pseudococcus*-Larven, ähnliches mag von der Cecidomyide gelten. Damit sind die biotischen Faktoren aber im wesentlichen erschöpft. Die natürliche Tendenz der *Cryptolaemus*-Weibchen, ihre Eier vereinzelt auf eine größere Anzahl Eipakete zu verteilen, verhindert eine stärkere Wirksamkeit der erwähnten feindlichen Eingriffe. Andererseits erscheint der Käfer, wenigstens in unseren klimatischen Bedingungen, nicht sonderlich geeignet für den Daseinskampf zu sein. Bei schwachen *Pseudococcus*-Befall vermag er sich überhaupt nicht zu erhalten. In starken *Pseudococcus*-Herden vermehrt er sich im Herbst zufriedenstellend, verschwand aber während des Winters vollkommen. Die

jungen Larven gehen zugrunde, wenn nicht in der größten Nähe *Pseudococchi* sitzen, und ebenso zeigt der Käfer während des Sommers eine auffallende Trägheit in der Nahrungssuche. Das Tier geht scheinbar eher zugrunde als einen regen Erkundungsflug nach neuen Nahrungsherden anzutreten. Dieselbe Erfahrung wurde schon frühzeitig in Kalifornien

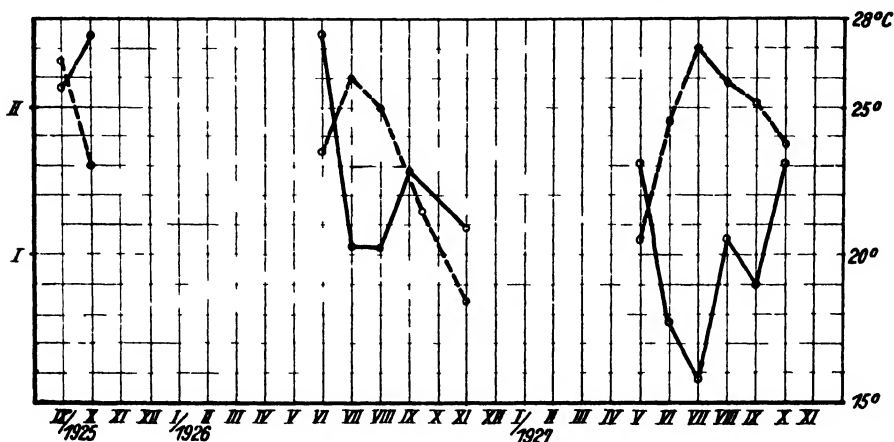


Abb. 9 Mortalitätskurve von *Cryptolaemus montrouzieri*

--- Durchschnittstemperatur (rechte Ordinate)

— Verhältnis Nachkommen zu Eltern in den im betreffenden Monat angesetzten Zuchten (linke Ordinate)

gemacht. Auch die Vermehrungsquote ist äußerst gering. Nur im Herbst und Frühjahr steigt dieselbe etwas lebhafter an. Besonders stark war die Dezimierung der Entwicklungsstadien während des besonders heißen Hochsommers 1927 (Juli: 27,3 °C). (Siehe nebenstehende Tabelle 9.)

Die hier erhaltenen Werte scheinen für gewisse Coccinellidengruppen unter subtropischem Klima geradezu typisch zu sein. Wille (Ztschr. f. angew. Entom. 1926 S. 372) ergibt als Zahlenrelation der Individuenzahl der drei Generationen von *Curinus zonatus* Muls. in Porto Alegre 1,0:2,5:1,8 an. Bei einer Eizahl von 100 Eiern pro *Cryptolaemus*-Weibchen ergibt das eine ungeheure starke Mortalität, die zumeist im Larvenstadium stattfindet und zwar vorwiegend während der ersten Tage dieses Stadiums. Bei zirka 25–26 °C findet auch keine Verkürzung der Entwicklungsdauer, sondern eine Verlängerung statt, wie aus Tabellen C. 2 und C. 3 deutlich ersichtlich ist. Wenn auch einzelne Individuen noch eine ganz kurze Entwicklungsdauer erreichen, so ist doch der Durchschnitt höher als der für 24 und 25 °C.

#### 4. Praktische Erfahrungen mit *Cryptolaemus montrouzieri* im Kampf gegen *Pseudococcus citri* in Palästina.

Beim Aussetzen von *Cryptolaemus montrouzieri* wurde von vornherein darauf geachtet, daß die Tiere nicht über größere Flächen verteilt wurden. Die Tiere wurden vielmehr stets auf 1–3 Bäume, die besonders

Tabelle 9.

Vermehrungsquote von *Cryptolaemus montrouzieri* pro Monat.

Monat	Verhältnis Eltern : Nachkommen	Relation Nachkommen : Eltern	Temperatur in °C.	Relative Feuchtigkeit in %
VIII. 25 . . .	2 : 5		26,6	
IX. 25 . . .	31 : 66	2,13	26,5	
X. 25 . . .	37 : 92	2,48	22,9	72
XII. 25 . . .	57 : 334	5,88		
III. 26 . . .	2 : 4		15,1	78
IV. 26 . . .	2 : 10		18,4	72
V. 26 . . .	96 : 40		21,2	76
VI. 26 . . .	4 : 9	2,50	23,6	82
VII. 26 . . .	20 : 21	1,05	26,0	80
VIII. 26 . . .	96 : 100	1,04	25,5	82
X. 26 . . .	22 : 34	1,55	21,4	81
XI./XII. 26 . . .	50 : 59	1,18	18,4 resp 18,6	86
V. 27 . . .	41 : 66	1,61	21,9	81
VI. 27 . . .	82 : 46	0,56	24,9	84
VII. 27 . . .	24 : 4	0,17	27,3	81
VIII. 27 . . .	19 : 21	1,10	26,5	82
IX. 27 . . .	10 : 9	0,90	25,7	81
X. 27 . . .	18 : 29	1,61	23,0	82

stark von *Pseudococcus citri* befallen waren, ausgesetzt. Die Bäume wurden gezeichnet, sodaß sie leicht später kontrolliert werden konnten. Es wurden ausgesetzt:

	1925	1926
Pardeß <sup>1)</sup> Paskal (Sand) . . .		15. VI. 110
„ „ (Mir) . . .	18. IX. 50	
„ Bacheriah . . .		22. VI. 50
„ Garber . . .	5. XI. 35	VII./VIII. 172
„ Jatkowski . . .		VIII. 295
„ Burstein . . .		100
„ Perlmann . . .		105
„ Raab . . .		115
„ Menkes . . .		120
„ Ginsburg . . .		115
„ Feinstein (Rechoboth) . . .		100
„ Lipski . . .	14.—20. VIII. 270	
„ Rosow . . .	17.—25. VIII. 120	
„ Goldenhirsch . . .	20 X. 30	
„ Weiß . . .	30. X. 30	
„ Chankin (Chedera) . . .	1. X. 25	
„ Lubin (Chedera-Atta) . . .	1. X. 35	

595 1282

= zusammen 1877,

davon 1717 Käfer in Petach Tikwah.

<sup>1)</sup> Pardeß ist der hebräische Ausdruck für Orangengarten.



Am 15. Juni 1926 wurden 110 Käfer in dem ca. 60 Dunam großen Pardeß Paskal (Sand) in Anwesenheit des Besitzers ausgesetzt. Hier war ein ständiger Befall festgestellt worden, wie ja überhaupt *Pseudococcus* regelmäßig in den gleichen Quartieren, ja an gewissen Bäumen wieder aufzutreten pflegt, die ihm besonders geeignete Lebensbedingungen zu bieten scheinen. Verschiedentlich lagen Früchte am Boden, die infolge der Saugtätigkeit von *Pseudococcus* vorzeitig reif abgefallen waren. Ein ähnlich starker Befall zeigte sich in der Bacheriah, wo eine Woche darauf 50 Käfer ausgesetzt wurden.

Die spätere wiederholte Kontrolle der Stellen zeigte etwa den gleichen Stand des Befalls, vielleicht eine kleine Abnahme, doch konnte von einem Verschwinden der *Pseudococci* keine Rede sein.

Stärker als in dem eben beschriebenen Falle war *Pseudococcus* in dem ca 70 Dunam großen Pardeß Garber vorhanden, doch auch hier wieder nur in einem begrenzten Bezirk, der als solcher dem Besitzer schon seit Jahren bekannt war. Vielfach hatten die *Pseudococci* und ihre Ausscheidungen ein Zusammenbacken der Orangen zur Folge. Es wurden sogleich 12 Käfer ausgesetzt und ca. 3 Wochen später noch einmal 80 und, da die Beobachtung gemacht worden war, daß die *Cryptolaemus*-Larve fleißiger ihre Nahrung sucht, auch 50 Larven.

Trotz diesem Aussetzen konnte nach unseren Beobachtungen und denen des Besitzers ein gewisser Fruchtfall nicht verhindert werden. Schätzungsweise fielen pro Baum 5—8 Früchte. Ebenso mußte bei der Ernte ein Teil der am Baum verbliebenen Frucht als Brara (Abfall) gehen. Im ganzen ist wohl auch hier dem *Cryptolaemus* eine gewisse, die seuchenhafte *Pseudococcus*-Vermehrung hemmende Wirkung zuzuschreiben.

Als wichtigste Arbeitsstätte mußte schließlich der Pardess Jatkowski betrachtet werden. Das *Pseudococcus*-Auftreten an diesem Platz wurde uns etwas spät gemeldet (Mitte August). Infolge der Stärke und Ausdehnung des Befalles wurde die größte Zahl Käfer hier verbreitet. Schätzungsweise waren mindestens 500 Bäume mehr oder weniger stark von *Pseudococcus* angegriffen. Im Verlaufe des Sommers wurden unter vielen Bäumen mehr als 20—25 Früchte gezählt, die durch *Pseudococcus* zum Abfallen gebracht waren. Vom 9.—11. August setzten wir an einigen Bäumen 265 Käfer und 30 Larven aus. Auch nach dem Aussetzen blieb der Zustand, wenn auch zeitweilig vielleicht eine geringfügige Abnahme eintrat, im ganzen der gleiche.

Im Vergleich hiermit war in den übrigen behandelten Pardessim das *Pseudococcus*-Auftreten von ökonomisch geringerer Bedeutung. So in den Pardessim: Burstein, Perlmann, Raab, Menkes, Ginsburg, Feinstein (Rechoboth).

Die *Cryptolaemi* haben bei reichlicher Aussetzung einer seuchenhaften Ausbreitung der *Pseudococci* entgegengewirkt. Doch muß betont

werden, daß auch die häufig parasitierende Gallmücke hieran einen beträchtlichen Anteil hat.

Die Zahl der ausgesetzten Tiere war infolge der bescheidenen Arbeitsmöglichkeiten eine nur beschränkte. Sie beträgt aber immerhin das Doppelte der Zahlen, die genügt haben, um den Käfer an 5 verschiedenen Stellen der Riviera einzubürgern. Die praktischen Bekämpfungsergebnisse waren völlig unzulänglich. Wir kennen nur einen Fall (Pardeß Garber 1926), wo eine im Juli/August ausgesetzte Kolonie von 172 Tieren bis Ende des Jahres befriedigende Arbeit leistete. Etwa 10—20 Bäume bildeten einen starken *Pseudococcus*-Herd. Die *Cryptolaemi* waren auf zwei Bäume verteilt worden und reinigten den größten Teil des *Pseudococcus*-Herdes noch vor Winterbeginn auf.

In keinem einzigen Falle ist es uns gelungen, im folgenden Jahre am Orte der ausgesetzten Kolonie *Cryptolaemi* irgendwelcher Entwicklungsstadien wiederzufinden. Das schließt natürlich ihre Einbürgerung nicht aus, und ich halte es nicht für ausgeschlossen, daß diese inzwischen erfolgt ist. Das Klima der palästinischen Küstenebene ist ihnen jedoch derart ungünstig, daß eine epidemiologisch irgendwie bedeutsame Tätigkeit der Käfer auch nach erfolgter Einbürgerung nicht zu erwarten ist. Auch im letzteren Falle wird *Cryptolaemus montrouxieri* hier ein seltenes Tier bleiben.

## 5. Vergleich mit den Erfahrungen mit *Cryptolaemus montrouxieri* in anderen Ländern.

Die Einführung von *Cryptolaemus montrouxieri* endete also bei uns in Palästina als voller Mißerfolg. Im Sommer war die Entwicklung miserabel und nur im Spätherbst sahen wir vereinzelt einen bescheidenen Erfolg.

Auch in Ägypten bedeuten die Erfahrungen mit *Cryptolaemus montrouxieri* bei nüchterner Betrachtung einen vollen Mißerfolg. Die Erfahrungen gehen dort noch weiter zurück, die aufgewendeten Mittel und dementsprechend die Zahl der ausgesetzten Käfer betrug ein Vielfaches der in Palästina aufgewendeten. Einige Zahlen aus der Hall'schen Arbeit (7) mögen unserer Besprechung als Unterlage dienen. Es wurden ausgesetzt:

Monat	1923	1924	1925	1926	Total	Mittl. Monatstemperatur in Gizeh °C.
VII.	—	—	—	15 000	15 000	26,6
VIII.	—	1750	10 000	9750	21 500	26,3
IX.	400	1050	13 500	25 750	40 700	23,9
X.	600	10 200	8500	38 500	57 800	21,6
XI.	1800	8500	8000	41 000	59 300	17,3
XII.	2000	6000	3000	4800	15 800	12,7
I.	—	11 200	500	—	11 700	10,9
	4800	38 700	43 500	134 800	221 800	

Von diesen insgesamt 221800 Käfern gelang es nur in einem Falle einwandfrei das Überwintern einiger Tiere einer ausgesetzten Kolonie festzustellen. Der Winter wird also in der Natur ebenso ungünstig überstanden wie in Palästina. Das Zuchtpersonal der Gizeh-Station schätzt die Wintermortalität im Insektarium auf über 90% der Individuen, die der übrigen Jahreszeiten auf 70–80% der zur Entwicklung kommenden Larven. Ein Blick auf die kurvenmäßige Gegenüberstellung der in den einzelnen Monaten herrschenden Durchschnittstemperaturen und der Zahl der ausgesetzten Käfer belehrt uns auf den ersten Blick, daß die Sommermortalität in Ägypten ebenso bedeutend sein muß wie in Palästina. Es ist auch für Ägypten keineswegs auszuschließen, daß eine Einbürgerung von *Cryptolae-*

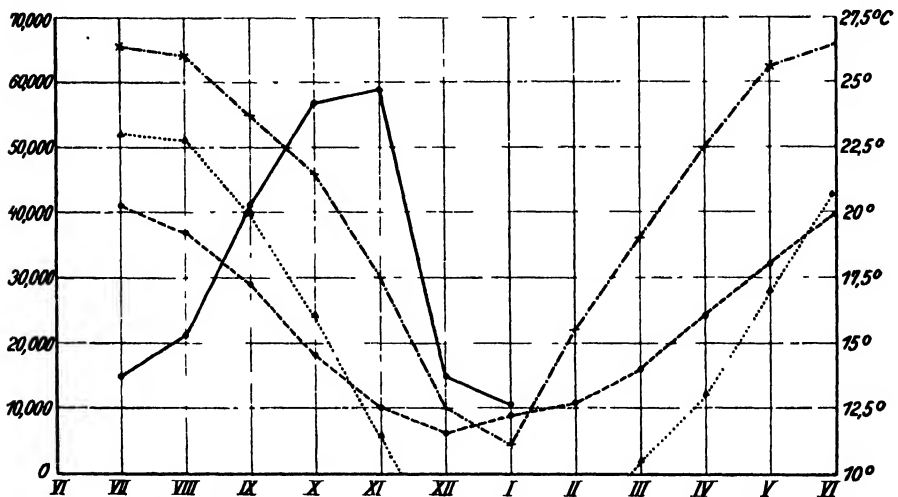


Abb. 10. Verteilungskurve von *Cryptolaemus montrouzieri* in Ägypten.

— Zahl der in dem betreffenden Monat in den Jahren 1923, 26 in Ägypten ausgesetzten Käfer (linke Ordinate).  
 x . . . Durchschnittstemperatur in Gizeh.    Δ . . . Durchschnittstemperatur in Nizza.  
 o . . . . . Durchschnittstemperatur in Los Angeles (rechte Ordinate).

*mus montrouzieri* gelingt, mit Sicherheit kann ihm heute schon jeder epidemiologische Wert, d. h. eine Beeinflussung der Massenvermehrung von Schildläusen abgesprochen werden. Bei Aussetzen in genügender Zahl im Herbst vermag er wahrscheinlich einzelne Bäume oder Baumgruppen gut zu säubern; aber mit seiner Anwesenheit an derselben Stelle und einer ausreichenden Präventivwirkung ist nicht zu rechnen. Ich kann der gegenteiligen Ansicht von Hall aus den dargelegten Gründen nicht beistimmen.

In Palästina wie in Ägypten<sup>1)</sup> sind identische Ursachen an dem Mißerfolge von *Cryptolaemus montrouzieri* schuld: Die Käfer sind in beiden Klimaten zwischen zwei klimatischen Gefahrenzonen eingekapselt: den

<sup>1)</sup> Inzwischen liegen auch verschiedene Berichte über die ungünstigen Ergebnisse der Einbürgerungsversuche von *Cryptolaemus* aus Algerien vor.

feuchten und kühlen Winter und den trockenen, viel zu heißen Sommer. Die Zwischenzeiten mit günstigen Klimabedingungen sind viel zu kurz, um das Tier zu einer epidemiologischen Auswirkung gelangen zu lassen. Günstige Durchschnittstemperaturen von 18–23°C in genügender Länge (3–5 Monate) sind ausschlaggebend für eine gute Wirkung.

Das Klima von Los Angeles und Nizza ist daher bei weitem geeigneter für eine Massenvermehrung von *Cryptolaemus montrouzieri*. Der Käfer bringt 2–3 stark wirksame Sommer- und Herbstgenerationen (mit geringer Mortalität) hervor, denen dann als einzige Unterbrechung die Wintergeneration folgt. Die daraus schlüpfenden Käfer werden zur Vorzucht benutzt und ergeben die Generation, die im Sommer ausgesetzt werden kann.

Die epidemiologische Gesamtberechnung ergab für Nizza drei jährliche Generationen von *Cryptolaemus montrouzieri*. Diesen Angaben schienen die Zuchtangaben von Poutiers (11) zunächst nicht zu entsprechen. Eine Berechnung an Hand der Hyperbel einerseits, des Durchschnittsklimas von Nizza andererseits, ergab folgende Daten:

Datum der Eiablage	Mittlere Entwicklungsdauer nach den Erfahrungen von Poutiers in Tagen	Mittlere Entwicklungsdauer an Hand der aus den palästinensischen Zuchtdateen ermittelten Hyperbel in Tagen
20. IV. . . . .	72	69
12. V. . . . .	49	56
10. VI. . . . .	40	46
17. VII. . . . .	39	41

Die Übereinstimmung erscheint um so größer, da wir nur das Durchschnittsklima, nicht das besondere des Zuchtjahres berücksichtigen konnten. In epidemiologischem Sinne hat *Cryptolaemus montrouzieri* also drei jährliche Generationen in Nizza.

Von der tatsächlichen Akklimatisation von *Cryptolaemus montrouzieri* in Nizza hat sich Verfasser selbst überzeugen können. Insgesamt 1585 Tiere wurden 1919/20 an 9 verschiedenen Stellen der Riviera ausgesetzt, von denen 5 gut gediehen sind. Die zur Einbürgerung erforderliche Zahl war also geringer als die der in Palästina ausgesetzten Käfer. Die schädlingbekämpfende Wirkung von *Cryptolaemus montrouzieri* kann ich aber nach meinen allerdings flüchtigen Eindrücken als nur sehr schwach einschätzen. Das ist auch verständlich, da nach der Aussetzung der ersten Kolonien keine planmäßige Massenaussetzungen des Käfers mehr erfolgt sind, sondern die Kolonien sich selbst überlassen blieben.

Für Kalifornien sind leider noch wenige Zuchtdateen veröffentlicht worden, so daß wir nicht mit Sicherheit wissen, ob die errechneten vier Generationen mit der tatsächlichen Generationenzahl übereinstimmen. Es

sei dabei ausdrücklich bemerkt, 1. daß die Zahlen sich auf das Durchschnittsklima von Los Angeles beziehen und bei der großen Klimabreite von Kalifornien nicht auf andere Orte übertragen werden dürfen; 2. daß hier die durchschnittliche Entwicklungsdauer jeder Generation zugrunde gelegt wurde. Daß die frühesten Tiere noch eine oder zwei Generationen mehr erzeugen können, ist hier außer acht gelassen, da diese Tatsache für die Epidemiologie ohne Bedeutung ist.

Da Smith und Armitage (1920) die durchschnittliche Entwicklungsdauer einer Sommergeneration mit 60 Tagen angeben (nach der Hyperbel: Frühsommer 95, Hochsommer 59, Herbst 80 Tage), so glaube ich, daß auch hier die Generationenzahl richtig getroffen ist. Eine genaue umfassende Veröffentlichung der kalifornischen Zuchterfahrungen wird es erst ermöglichen, die gesamten mit *Cryptolaemus montrouxieri* verknüpften Probleme epidemiologisch auf eine gesicherte Grundlage zu stellen. Die Umriss einer solchen haben wir in der vorliegenden Arbeit bereits aufzuzeigen versucht. Die größte Lücke, deren Ausfüllung noch aussteht, ist die Veränderung der Mortalitätskurve bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

### III. *Symphorobius (Nefasitus) amicus* Nav. (Neur. Hemerobiid.)

Unterdessen hatten wir zwei wirksame in Palästina einheimische Parasiten von *Pseudococcus* aufgefunden, deren Massenzuchten erfolgversprechend erschien. Wir beschäftigen uns hier zunächst mit der Hemerobiide *Symphorobius amicus* Nav., die zuerst im Sommer 1926 in unseren Zuchten auftrat. Betreffs der systematischen Stellung der Art schrieb mir Herr K. Morton-Edinburgh unter dem 23. Oktober 1926 wie folgt:

„I am disposed to consider this insect as *Symphorobius amicus*, Navas, which was taken on *Olea chrysophylla* in Eritrea (Nefasit). The description of the wings fits exactly: any slight differences in the colour of the body being probably due to different degrees of maturity of the specimens. Perhaps these of yours are bred examples and a little less strongly marked and paler than old mature wild specimens would naturally be. Later, Navas, created for the species a new genus which he named *Nefasitus*. It differs from *Symphorobius* only in some trifling details.

In my collection I have a species from Funchal, Madeira, which at present I can hardly distinguish from your Palestine insect. I had determined it as *Symphorobius fallax* Navas, described from the Canary Islands. This would also fall into his genus *Nefasitus* and I am not at all satisfied that it is really different from *amicus*, but these small species of Navas are often difficult to determine in the absence of typical material as he neither describes nor figures the very important appendages of the ♂. If the two are the same *fallax* is the older name. It may be better, at least provisionally, to use *amicus*, looking at the widely separated geo-



a



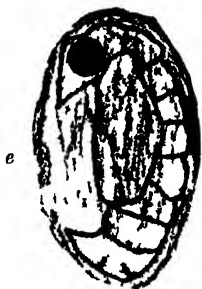
b



c



d



e



f



g

Abb 11 *Sympherobius amarus*  
a Imago in Ruhstellung b Vorderflügel c Kopf von vorne d ♂ Gen talien e Puppe in Koks  
f Larve, total g Larve, Mundwerkzeuge

graphical localities. However it must be kept in view that some of the Hemerobiids, more or less attached to certain trees of wide distribution, have an equally wide range, and moreover they are very likely liable to transportation by human agency on fruit trees and other plants.

Die Beschreibung der Art und ihrer Entwicklungsstadien lautet in Kürze:

Imago: Körperfärbung hellgelbbraun, nur die Augen und Antennen dunkelbraun.

Flügel hyalin mit dunkelbrauner Aderung und dicht mit langen hellgelben Haaren besetzt. In der Ruhe dachförmig über dem Körper gefaltet.

Körperlänge 5 mm, 9 mm Spannweite.

Ei: Das frischgelegte Ei ist weiß, wird später dunkler.

Es ist kurz elliptisch, am Hinterende etwas breiter als am Vorderende. Das nicht gestielte Ei wird an die Unterlage angeklebt. Die Eier werden einzeln, nicht in Haufen abgelegt.

Länge: 320  $\mu$ , Breite am Vorderende 120  $\mu$ , Breite am Hinterende 150  $\mu$ .

Larve: Beim Schlüpfen weißlich, sehr zart, von länglich spindelförmiger Gestalt. Später geht die Farbe des Leibes in ein tiefes Rot über, während der Kopf mit den langen Mandibeln sowie die Extremitäten hell gelbbraun gefärbt sind. Erwachsen 6—8 mm lang.

Puppe: Zuerst weißlich, später hell gelbbraun, leicht gekrümmt, 4—5 mm lang. Sie liegt in einem länglich ovalen weißen Kokon von etwas größerer Länge, der aus einer dünnen inneren straffen und einer äußeren sehr lose gesponnenen Lage besteht.

### 1. Bemerkungen über die Entwicklung der einzelnen Stadien in Palästina.

In Tabelle 10 sind die genauen Lebensgeschichten von über 400 Sympherobius-Individuen im Verlaufe von 1½ Jahren eingetragen.

Die Eier werden in der Natur in kleinen Gruppen an Citrus-Ästchen dicht in der Nähe von Pseudococcen abgelegt. Die kürzeste Dauer des Eistadiums schwankt zwischen 3 Tagen im Hochsommer bis zu 25 Tagen im Winter.

Die jungen Larven sind bereits äußerst aktiv und wissen ihre Nahrung auch auf relativ größere Entfernungen aufzufinden. Sie häuten sich zweimal. Ihre kürzeste Entwicklungsdauer schwankt von 6 Tagen im Hochsommer bis zu 41 Tagen im Winter.

(Siehe Tabelle 11 auf S. 108.)

Die Verpuppung findet bevorzugt in Rindenrissen oder Verästelungen statt. Die kürzeste Puppenruhe dauert im Sommer 7, im Winter 45 Tage.

Die Lebensdauer der Imagines schwankt zwischen 12 und 70 Tagen für die Weibchen und zwischen 10 und 101 Tagen für die Männchen, und beträgt im Durchschnitt 26,3 Tage für die Weibchen und 37,2 Tage für die Männchen. (Siehe Tabelle 12 auf S. 109.)

Tabelle 10.

Lebensgeschichte von *Symphorobius amicis* Nev. in Palästina.

Nr	Ei		Dauer des Eistadiums in Tagen	Larve ver- puppt am	Dauer des Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der Ge- samtentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
1.	6. IX. 26	13. IX. 26	7	19. IX. 26	6	1. X. 26	12	25	21,6
2.	"	"	7	"	6	"	12	25	21,6
3.	21. IX. 26	27. IX. 26	6	7. X. 26	10	19. X. 26	12	28	22,1
4.	"	"	6	"	10	"	12	28	22,1
5.	"	"	6	"	10	20. X. 26	13	29	22,0
6.	"	"	6	"	10	22. X. 26	15	31	21,9
7.	"	"	6	"	10	"	15	31	21,9
8.	"	"	6	"	10	29. X. 26	22	38	21,4
9.	"	"	6	6. X. 26	9	20. X. 26	14	29	22,1
10.	"	"	6	"	9	"	14	29	22,1
11.	"	"	6	"	9	21. X. 26	15	30	22,1
12.	"	"	6	"	9	22. X. 26	16	31	22,0
13.	"	"	6	"	9	31. X. 26	25	40	20,3
14.	22. IX. 26	28. IX. 26	6	7. X. 26	9	21. X. 26	14	29	22,0
15.	"	"	6	"	9	"	14	29	22,0
16.	"	"	6	"	9	"	14	29	22,0
17.	"	"	6	"	9	22. X. 26	15	30	22,0
18.	"	"	6	"	9	"	15	30	22,0
19.	"	"	6	"	9	"	15	30	22,0
20.	"	"	6	8. X. 26	10	24. X. 26	16	32	21,9
21.	"	"	6	"	10	"	16	32	21,9
22.	"	"	6	"	10	"	16	32	21,9
23.	"	"	6	"	10	"	16	32	21,9
24.	"	"	6	"	10	27. X. 26	19	35	21,8
25.	"	"	6	7. X. 26	9	20. X. 26	13	28	22,0
26.	"	"	6	"	9	21. X. 26	14	29	22,0
27.	"	"	6	"	9	22. X. 26	15	30	22,0
28.	27. IX. 26	3. X. 26	6	14. X. 26	11	24. X. 26	10	27	21,7
29.	"	"	6	"	11	"	10	27	21,7
30.	"	"	6	15. X. 26	12	25. X. 26	10	28	21,7
31.	"	"	6	"	12	28. X. 26	13	31	21,6
32.	"	"	6	"	12	"	13	31	21,6
33.	"	"	6	"	12	"	13	31	21,6
34.	"	"	6	16. X. 26	13	29. X. 26	13	32	21,6
35.	"	"	6	"	13	31. X. 26	15	34	21,5
36.	"	"	6	"	13	"	15	34	21,5
37.	"	"	6	"	13	"	15	34	21,5
38.	29. IX. 26	5. X. 26	6	16. X. 26	11	28. X. 26	12	29	21,6
39.	"	"	6	"	11	"	12	29	21,6
40.	"	"	6	17. X. 26	12	"	11	29	21,6
41.	"	"	6	"	12	29. X. 26	12	30	21,5
42.	"	"	6	"	12	"	12	30	21,5
43.	"	"	6	18. X. 26	13	"	11	30	21,5
44.	"	"	6	"	13	31. X. 26	13	32	21,5
45.	"	"	6	"	13	"	13	32	21,5
46.	"	"	6	"	13	"	13	32	21,5
47.	"	"	6	"	13	1. XI. 26	15	34	21,5



Nr.	Ei		Dauer des Eistadiums in Tagen	Larve verpuppt am	Dauer des Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der Ge- samtentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
48.	6 X. 26	14. X. 26	8	24 X. 26	10	9 XI 26	16	34	10,7
49.	"	"	8	29. X. 26	15	"	11	34	20,7
50.	"	"	8	"	15	"	11	34	20,7
51.	"	"	8	"	15	28. XI. 26	30	53	29,9
52.	7. X. 26	13. X. 26	6	24. X. 26	11	29. X. 26	5	22	21,4
53.	"	"	6	"	11	4. XI. 26	11	28	20,9
54.	"	"	6	26 X. 26	13	6. XI. 26	11	30	20,8
55.	"	"	6	"	13	10 XI. 26	15	34	20,5
56.	26. X. 26	2. XI. 26	7	28. XI 26	26	30. XII. 26	22	65	16,1
57.	"	"	7	1. XII 26	29	7. I. 27	37	73	15,7
58.	"	"	7	3 I. 27	62	30. III. 27	86	155	14,9
59.	"	"	7	11. I 27	70	4 IV 27	83	160	14,8
60.	28. X. 26	4. XI. 26	7	30. XI. 26	26	3. III 27	34	127	14,2
61.	"	"	7	24. XII. 26	51	18. III. 27	84	142	14,1
62.	27. X 26	3 XI. 26	7	3. XII. 26	30	29. III. 27	116	153	14,0
63.	"	"	7	"	30	"	116	153	14,0
64.	1. XI. 26	9. XI. 26	8	5. I. 27	57	27. II 27	53	118	14,1
65.	"	"	8	20. II. 27	103	29. III. 27	37	148	14,4
66.	4. XI. 26	11. XI 26	7	3. XII. 26	22	9. I 27	37	66	15,0
67.	"	"	7	5 XII 26	24	23. I. 27	49	80	14,6
68.	"	"	7	7. I. 27	57	3. III. 27	55	119	13,9
69.	5. XI. 26	12 XI. 26	7	16 I. 27	65	15 II. 27	30	102	13,0
70.	"	"	7	"	65	20. III. 27	63	135	14,1
71.	"	"	7	"	65	23. III. 27	66	138	14,1
72.	7. XI. 26	14 XI. 26	7	26 XII. 26	42	6. II. 27	42	91	14,0
73.	"	"	7	"	42	1. III. 27	64	113	13,4
74.	1 XII. 26	15 XII. 26	14	6 II 27	53	21. III. 27	43	110	13,2
75.	"	"	14	27. II 27	74	29. III 27	30	118	13,4
76.	2. XII. 26	17 XII. 26	15	27 I 27	41	10. III. 27	42	98	12,8
77.	"	"	17	22. II 27	65	29. III. 27	35	117	14,5
78.	"	"	17	27. II. 27	70	30. III 27	31	118	14,5
79.	"	"	17	3. III 27	74	5. IV. 27	33	124	14,7
80.	3. XII. 26	19. XII. 26	16	6 II. 27	49	21. III. 27	42	107	13,2
81.	"	"	16	8. II 27	51	23 III. 27	42	109	13,3
82.	2 XII. 26	19. XII. 26	17	30. I. 27	42	13. III. 27	42	101	14,5
83.	"	"	18	1 II. 27	43	"	40	101	14,5
84.	"	"	22	15. II. 27	53	18. III 27	31	106	14,6
85.	"	"	36	27. II. 27	51	29 III. 27	30	117	14,8
86.	5 XII. 26	20. XII 26	15	27. I. 27	38	13. III. 27	45	98	12,9
87.	"	"	15	"	38	"	45	98	12,9
88.	"	"	15	30. I. 27	41	17. III. 27	46	102	13,0
89.	"	"	15	15. II. 27	57	27. III. 27	40	112	13,1
90.	"	"	15	20. II. 27	62	29. III. 27	38	115	13,2
91.	"	"	15	"	62	"	38	115	13,2
92.	"	"	15	27. IV. 27	69	8. IV. 27	40	124	13,4

Nr.	Ei		Dauer des Eistadiums in Tagen	Larve verpuppt am	Dauer des Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der Ge- samtentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
93.	6. XII. 26	24. XII. 26	18	27. I. 27	34	13. III. 27	45	97	12,9
94.	"	3. I. 27	27	6. II. 27	34	"	38	99	12,9
95.	"	9. I. 27	33	17. II. 27	39	24. III. 27	35	107	13,2
96.	"	11. I. 27	35	27. II. 27	47	29. III. 27	30	112	13,2
97.	"	13. I. 27	37	1. III. 27	47	4. IV. 27	34	118	13,3
98.	6. XII. 26	24. XII. 26	18	30. I. 27	37	17. III. 27	46	101	13,0
99.	"	"	18	13. II. 27	51	27. III. 27	42	111	13,2
100.	"	"	18	17. II. 27	55	"	38	111	13,2
101.	"	16. I. 27	41	20. II. 27	35	10. IV. 27	49	125	13,4
102.	"	"	41	"	35	"	49	125	13,4
103.	7. XII. 26	24. XII. 26	17	20. II. 27	58	1. IV. 27	40	115	13,4
104.	"	"	17	"	58	"	40	115	13,4
105.	"	"	17	27. II. 27	65	3. IV. 27	35	117	13,5
106.	7. XII. 26	26. XII. 26	19	10. II. 27	46	23. III. 27	41	106	13,4
107.	"	"	19	6. III. 27	70	3. IV. 27	28	117	13,4
108.	8. XII. 26	26. XII. 26	18	6. III. 27	70	1. IV. 27	26	114	13,5
109.	9. XII. 26	30. XII. 26	21	6. III. 27	66	31. III. 27	25	112	13,5
110.	13. XII. 26	3. I. 27	21	6. II. 27	34	20. III. 27	42	97	13,3
111.	"	"	21	15. II. 27	43	24. III. 27	37	101	13,5
112.	"	"	21	17. II. 27	45	1. IV. 27	43	109	13,6
113.	"	"	21	20. II. 27	48	3. IV. 27	42	111	13,6
114.	"	"	21	8. III. 27	64	"	26	111	13,6
115.	16. XII. 26	3. I. 27	18	8. II. 27	36	23. III. 27	43	97	13,2
116.	"	9. I. 27	24	13. II. 27	35	10. IV. 27	56	115	13,9
117.	"	"	24	27. II. 27	49	"	42	115	13,9
118.	18. XII. 26	5. I. 27	18	3. III. 27	57	31. IV. 27	28	103	13,3
119.	"	9. I. 27	22	6. III. 27	56	3. IV. 27	28	106	13,4
120.	"	"	22	15. III. 27	65	"	19	106	13,4
121.	6. I. 27	31. I. 27	25	17. III. 27	45	12. IV. 27	26	96	14,2
122.	27. I. 27	27. II. 27	31	20. III. 27	21	14. IV. 27	25	77	14,7
123.	"	"	31	"	21	"	25	77	14,7
124.	5. III. 27	17. III. 27	12	4. IV. 27	18	26. IV. 27	22	52	16,7
125.	"	"	12	6. IV. 27	20	"	20	52	16,7
126.	1. III. 27	15. III. 27	14	4. IV. 27	20	24. IV. 27	20	54	16,5
127.	"	"	14	"	20	"	20	54	16,5
128.	"	"	14	"	20	"	20	54	16,5
129.	6. III. 27	20. III. 27	14	12. IV. 27	23	2. V. 27	20	57	18,7
130.	"	"	14	14. IV. 27	25	"	18	57	18,7
131.	"	"	14	"	25	"	18	57	18,7
132.	"	"	14	"	25	"	18	57	18,7
133.	8. III. 27	23. III. 27	15	12. IV. 27	20	2. V. 27	20	55	18,8
134.	"	"	15	"	20	"	20	55	18,8
135.	"	"	15	"	20	"	20	55	18,8

Nr.	Ei		Dauer des Eistadiums in Tagen	Larve verpuppt am	Dauer des Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der Ge- samtentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
136.	11. III. 27	25. III. 27	14	14. IV. 27	20	2. V. 27	18	52	17,1
137.	"	"	14	"	20	"	18	52	17,1
138	"	"	14	"	20	4. V. 27	20	54	17,2
139.	"	"	14	"	20	"	20	54	17,2
140.	"	"	14	18. IV. 27	24	6. V. 27	18	56	17,3
141.	"	"	14	"	24	"	19	56	17,3
142.	4. III. 27	18. III. 27	14	8. IV. 27	21	26. IV. 27	18	53	14,9
143.	"	"	14	14. IV. 27	27	2. V. 27	19	60	15,1
144.	20. III. 27	31. III. 27	11	18. IV. 27	18	9. V. 27	21	50	17,9
145.	"	"	11	21. IV. 27	21	12. V. 27	21	53	18,2
146.	"	"	11	"	21	"	21	53	18,2
147.	"	"	11	"	21	"	21	53	18,2
148.	21. III. 27	1. IV. 27	11	20. IV. 27	19	8. V. 27	18	48	18,7
149.	"	"	11	"	19	"	18	48	18,7
150.	27. III. 27	8. IV. 27	12	25. IV. 27	17	11. V. 27	16	45	18,4
151.	"	"	12	26. IV. 27	18	12. V. 27	16	46	18,5
152.	"	"	12	27. IV. 27	19	21. V. 27	24	55	19,3
153.	27. III. 27	7. IV. 27	11	25. IV. 27	18	11. V. 27	16	45	18,4
154.	"	"	11	"	18	"	16	45	18,4
155.	29. III. 27	10. IV. 27	12	25. IV. 27	15	13. V. 27	18	45	18,7
156.	"	"	12	"	15	"	18	45	18,7
157.	"	"	12	"	15	"	18	45	18,7
158.	"	"	12	"	15	15. V. 27	20	47	18,9
159.	31. III. 27	14. IV. 27	14	28. IV. 27	14	13. V. 27	15	43	18,8
160.	"	"	14	"	14	20. V. 27	22	50	19,3
161.	20. IV. 27	1. V. 27	11	11. V. 27	10	22. V. 27	11	32	20,5
162.	24. IV. 27	4. V. 27	10	13. V. 27	9	25. V. 27	12	31	20,9
163.	"	"	10	"	9	"	12	31	20,9
164.	25. IV. 27	4. V. 27	9	15. V. 27	11	30. V. 27	15	35	21,2
165.	"	"	9	"	11	"	15	35	21,2
166.	1. V. 28	8. V. 27	7	15. V. 27	7	31. V. 27	16	30	21,9
167.	"	"	7	20. V. 27	12	2. VI. 27	13	32	22,0
168.	"	"	7	"	12	"	13	32	22,0
169.	4. V. 27	11. V. 27	7	18. V. 27	8	31. V. 27	13	27	21,9
170.	"	"	7	20. V. 27	9	3. VI. 27	14	30	22,1
171.	"	"	7	"	9	"	14	30	22,1
172.	6. V. 27	12. V. 27	6	20. V. 27	8	3. VI. 27	14	28	21,7
173.	"	"	6	"	8	5. VI. 27	16	30	22,0
174.	"	"	6	"	8	"	16	30	22,0
175.	9. V. 27	16. V. 27	7	26. V. 27	10	7. VI. 27	12	29	22,5
176.	"	"	7	"	10	"	12	29	22,5
177.	"	"	7	27. V. 27	11	"	11	29	22,5

Nr.	Ei		Dauer des Eistadiums in Tagen	Larve verpuppt am	Dauer der Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der Ge- samtentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
178.	10. V. 27	16. V. 27	6	25. V. 27	9	7. VI. 27	13	28	21,8
179.	"	"	6	"	9	"	13	28	21,8
180.	"	"	6	30. V. 27	14	"	8	28	21,8
181.	"	"	6	"	14	9. VI. 27	10	30	22,1
182.	"	"	6	"	14	10. VI. 27	11	31	22,2
183.	29. V. 27	5. VI. 27	7	17. VI. 27	12	26. VI. 27	9	28	24,7
184.	"	"	7	"	12	"	9	28	24,7
185.	30. V. 27	5. VI. 27	6	14. VI. 27	9	24. VI. 27	10	25	24,8
186.	"	"	6	"	9	26. VI. 27	12	27	24,8
187.	"	"	6	"	9	"	12	27	24,8
188.	"	"	6	"	9	27. VI. 27	13	28	24,8
189.	30. V. 27	5. VI. 27	6	14. VI. 27	9	26. VI. 27	12	27	24,8
190.	"	"	6	"	9	"	12	27	24,8
191.	"	"	6	"	9	"	12	27	24,8
192.	"	"	6	"	9	"	12	27	24,8
193.	"	"	6	"	9	"	12	27	24,8
194.	"	"	6	"	9	"	12	27	24,8
195.	"	"	6	15. VI. 27	10	"	11	27	24,8
196.	1. VI. 27	7. VI. 27	6	16. VI. 27	9	27. VI. 27	11	26	24,9
197.	"	"	6	"	9	28. VI. 27	12	27	24,9
198.	"	"	6	"	9	29. VI. 27	13	28	24,9
199.	"	"	6	"	9	"	13	28	24,9
200.	31. V. 27	6. VI. 27	6	15. VI. 27	9	28. VI. 27	13	28	24,8
201.	"	"	6	"	9	30. VI. 27	15	30	24,8
202.	"	"	6	"	9	1. VII. 27	16	31	24,8
203.	13. VI. 27	13. VI. 27	5	21. VI. 27	8	2. VII. 27	11	24	25,0
204.	"	"	5	23. VI. 27	10	3. VII. 27	10	25	25,0
205.	"	"	5	"	10	"	10	25	25,0
206.	"	"	5	"	10	4. VII. 27	11	26	25,0
207.	14. VI. 27	19. VI. 27	5	27. VI. 27	8	8. VII. 27	11	24	25,7
208.	"	"	5	"	8	9. VII. 27	12	25	25,7
209.	"	"	5	"	8	"	12	25	25,7
210.	15. VI. 27	20. VI. 27	5	28. VI. 27	8	10. VII. 27	12	25	25,8
211.	"	"	5	"	8	"	12	25	25,8
212.	"	"	5	"	8	11. VII. 27	13	26	25,8
213.	"	"	5	"	8	"	13	26	25,8
214.	19. VI. 27	23. VI. 27	4	2. VII. 27	9	11. VII. 27	9	22	26,1
215.	"	"	4	"	9	"	9	22	26,1
216.	"	"	4	"	9	"	9	22	26,1
217.	"	"	4	"	9	12. VII. 27	10	23	26,1
218.	"	"	4	"	9	"	10	23	26,1
219.	"	"	4	"	9	13. VII. 27	11	24	26,2
220.	"	"	4	"	9	14. VII. 27	12	25	26,2
221.	23. VI. 27	28. VI. 27	5	6. VII. 27	8	16. VII. 27	10	23	26,5
222.	"	"	5	"	8	"	10	23	26,5
223.	"	"	5	"	8	"	10	23	26,5

Nr.	Et		Dauer des Existadiums in Tagen	Larve verpuppt am	Dauer des Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der Ge- samtentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
224.	1 VII. 27	6. VII. 27	5	12. VII. 27	6	26. VII. 27	14	25	27,3
225	"	"	5	"	6	"	14	25	27,3
226	7. VII. 27	12. VII. 27	5	18. VII. 27	6	31. VII. 27	13	24	27,3
227.	"	"	5	"	6	"	13	24	27,3
228.	19 VII. 27	23 VII. 27	4	30. VII. 27	7	11 VIII. 27	12	23	26,9
229.	"	"	4	31 VII. 27	8	"	13	25	26,9
230.	"	"	4	"	8	"	13	25	26,9
231.	"	"	4	"	8	12. VIII. 27	14	26	26,9
232	20. VII. 27	25. VII. 27	4	1. VIII. 27	7	12. VIII. 27	11	23	26,8
233	"	"	4	"	7	"	11	23	26,8
234	"	"	4	"	7	"	11	23	26,8
235.	"	"	4	"	7	"	11	23	26,8
236	"	"	4	"	7	"	11	23	26,8
237.	24. VII. 27	28. VII. 28	4	6. VIII. 27	9	14. VIII. 27	8	21	26,9
238.	"	"	4	"	9	"	8	21	26,9
239.	"	"	4	"	9	16. VIII. 27	10	23	26,8
240	"	"	4	"	9	"	10	23	26,8
241.	"	"	4	"	9	"	10	23	26,8
242.	"	"	4	"	9	"	10	23	26,8
243.	"	"	4	"	9	"	10	23	26,8
244	"	"	4	"	9	"	10	23	26,8
245.	25. VII. 27	30. VII. 28	5	7. VIII. 27	8	17. VIII. 27	10	23	26,7
246.	"	"	5	"	8	"	10	23	26,7
247.	"	"	5	9. VIII. 27	10	"	8	23	26,7
248.	"	"	5	"	10	"	8	23	26,7
249	"	"	5	"	10	19. VIII. 27	10	25	26,7
250.	"	"	5	"	10	"	10	25	26,7
251.	"	"	5	"	10	"	10	25	26,7
252.	"	"	5	"	10	20. VIII. 27	11	26	26,6
253.	"	"	5	"	10	"	11	26	26,6
254.	"	"	5	"	10	21. VIII. 27	12	27	26,6
255.	"	"	5	"	10	"	12	27	26,6
256.	5. VIII. 27	10. VIII. 27	5	17. VIII. 27	7	27. VIII. 27	10	22	26,5
257.	"	"	5	"	7	"	10	22	26,5
258.	"	"	5	"	7	"	10	22	26,5
259.	"	"	5	"	7	28. VIII. 27	11	23	26,5
260.	"	"	5	"	7	"	11	23	26,5
261.	3. VIII. 27	8. VIII. 27	5	15. VIII. 27	7	26. VIII. 27	11	23	26,5
262.	"	"	5	18. VIII. 27	10	28. VIII. 27	10	25	26,5
263.	"	"	5	"	10	"	10	25	26,5
264.	"	"	5	"	10	"	10	25	26,5
265.	"	"	5	"	10	"	10	25	26,5
266.	"	"	5	"	10	29. VIII. 27	11	26	26,5
267.	"	"	5	19. VIII. 27	11	"	10	26	26,5
268	"	"	5	"	11	"	10	26	26,5
269	"	"	5	"	11	"	10	26	26,5

Nr.	Ei		Dauer des Eistadiums in Tagen	Larve ver- puppt am	Dauer des Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der (ie- saamentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
270.	7. VIII. 27.	10. VIII. 27	3	18. VIII. 27	8	28. VIII. 27	10	21	26,5
271.	"	"	3	"	8	"	10	21	26,5
272.	"	"	3	"	8	1. IX. 27	14	25	26,5
273.	"	"	3	"	8	"	14	25	26,5
274.	"	"	3	"	8	"	14	25	26,5
275.	"	"	3	"	8	"	14	15	26,5
276.	"	"	3	"	8	3 IX. 27	16	27	26,5
277	5. VIII. 27	9. VIII. 27	4	17. VIII. 27	8	29. VIII. 27	12	24	26,5
278	"	"	4	18. VIII. 27	9	"	11	24	26,5
279.	"	"	4	"	9	"	11	24	26,5
280.	"	"	4	"	9	"	11	24	26,5
281.	10. VIII. 27	14. VIII. 27	4	20. VIII. 27	6	1 IX. 27	12	22	26,5
282.	"	"	4	"	6	"	12	22	26,5
283.	14. VIII. 27	19. VIII. 27	5	27. VIII. 27	8	5. IX. 27	9	22	26,4
284.	"	"	5	"	8	"	9	22	26,4
285.	"	"	5	"	8	6. IX. 27	10	23	26,4
286.	"	"	5	"	8	"	10	23	26,4
287.	15. VIII. 27	20. VIII. 27	5	30. VIII. 27	10	10. IX. 27	11	26	26,2
288	"	"	5	"	10	"	11	26	26,2
289	"	"	5	"	10	11. IX. 27	12	27	26,2
290.	"	"	5	"	10	12. IX. 27	13	28	26,1
291.	24. VIII. 27	29. VIII. 27	5	7. IX. 27	9	19. IX. 27	12	26	26,0
292.	"	"	5	"	9	20. IX. 27	13	27	26,0
293.	25. VIII. 27	30. VIII. 27	5	7. IX. 27	8	19. IX. 27	12	25	26,0
294.	"	"	5	"	8	"	12	25	26,0
295.	"	"	5	"	8	20. IX. 27	13	26	25,9
296.	25. VIII. 27	30. VIII. 27	5	8. IX. 27	9	21. IX. 27	13	27	25,9
297.	"	"	5	"	9	"	13	27	25,9
298.	27. VIII. 27	31. VIII. 27	4	10. IX. 27	10	22. IX. 27	12	26	25,9
299.	"	"	4	"	10	"	12	26	25,9
300.	"	"	4	"	10	"	12	26	25,9
301.	"	"	4	"	10	23. IX. 27	13	27	25,9
302.	"	"	4	"	10	"	13	27	25,9
303	"	"	4	"	10	"	13	27	25,9
404.	29. VIII. 27	3. IX. 27	5	12. IX. 27	9	24. IX. 27	12	26	25,8
305.	"	"	5	"	9	"	12	26	25,8
306	"	"	5	"	9	25. IX. 27	13	27	25,8
307.	"	"	5	"	9	"	13	27	25,8
308.	"	"	5	"	9	29. IX. 27	17	31	25,8
309.	"	"	5	"	9	"	17	31	25,8
310.	31. VIII. 27	3. IX. 27	3	14. IX. 27	11	25. IX. 27	11	25	25,8
311.	"	"	3	"	11	"	11	25	25,8
312.	"	"	3	"	11	27. IX. 27	13	27	25,8
313.	"	"	3	"	11	"	13	27	25,8
314.	"	"	3	"	11	"	13	27	25,8

Nr	Ei		Dauer des Eistadiums in Tagen	Larve verpuppt am	Dauer des Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der Ge- samtentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
315.	1. IX. 27	6. IX. 27	5	16. IX. 27	10	29. IX. 27	13	28	25,7
316.	4. IX. 27	9. IX. 27	5	"	7	"	13	25	25,7
317.	"	"	5	"	7	"	13	25	25,7
318.	"	"	5	"	7	"	13	25	25,7
319.	"	"	5	"	7	"	13	25	25,7
320.	"	"	5	"	7	"	13	25	25,7
321.	"	"	5	"	7	"	31	25	25,7
322.	12. IX. 27	17. IX. 27	5	27. IX. 27	10	4. X. 27	7	22	25,3
323.	"	"	5	"	10	7. X. 27	10	25	25,2
224.	"	"	5	"	10	"	10	25	25,2
325.	15. IX. 27	20. IX. 27	5	29. IX. 27	9	12. X. 27	13	27	24,6
326.	"	"	5	"	9	13. X. 27	14	28	24,5
327.	16. IX. 27	22. IX. 27	6	2. X. 27	10	13. X. 27	11	27	24,5
328.	"	"	6	"	10	"	11	27	24,5
329.	"	"	6	"	10	"	11	27	24,5
330.	"	"	6	"	10	14. X. 27	12	28	24,4
331.	"	"	6	"	10	19. X. 27	17	33	24,3
332.	23. IX. 27	29. IX. 27	6	9. X. 27	10	17. 10. 27	8	24	23,5
333.	"	"	6	"	10	21. X. 27	12	28	23,4
334.	"	"	6	"	10	"	12	28	23,4
335.	"	"	6	"	10	23. X. 27	14	30	23,3
336.	21. IX. 27	27. IX. 27	6	9. X. 27	12	17. X. 27	8	26	24,0
337.	"	"	6	"	12	"	8	26	24,0
338.	"	"	6	"	12	21. X. 27	12	30	23,9
339.	"	"	6	"	12	23. X. 27	14	32	23,9
340.	"	"	6	"	12	"	14	32	23,9
341.	4. X. 27	10. X. 27	6	21. X. 27	11	3. XI. 27	13	30	22,8
342.	"	"	6	"	11	"	13	30	22,8
343.	"	"	6	"	11	"	13	30	22,8
344.	"	"	6	"	11	"	13	30	22,8
345.	"	"	6	"	11	4. XI. 27	14	31	22,7
346.	17. X. 27	24. X. 27	7	5. XI. 27	12	21. XI. 27	16	35	20,7
347.	"	"	7	"	12	"	16	35	20,7
348.	"	"	7	"	12	"	16	35	20,7
349.	"	"	7	"	12	"	16	35	20,7
350.	"	"	7	"	12	23. XI. 27	18	37	19,7
351.	"	"	7	"	12	26. XI. 27	21	40	18,3
352.	18. X. 27	25. IX. 27	7	5. XI. 27	11	21. XI. 27	16	34	20,6
353.	"	"	7	"	11	"	16	34	20,6
354.	"	"	7	"	11	"	16	34	20,6
355.	"	"	7	"	11	23. XI. 27	18	36	20,5
356.	"	"	7	"	11	"	18	36	20,5
357.	"	"	7	"	11	25. XI. 27	20	38	20,4
358.	"	"	7	"	11	27. XI. 27	22	40	20,3
359.	16. X. 27	24. X. 27	8	2. XI. 27	9	23. XI. 27	21	38	20,6
360.	"	"	8	"	9	"	21	38	20,6
361.	"	"	8	"	9	24. XI. 27	22	39	20,5
362.	"	"	8	"	9	"	22	39	20,5

Nr.	Ei		Dauer des Eistadiums in Tagen	Larve ver- puppt am	Dauer des Larvenstadiums in Tagen	Imago geschlüpft am	Dauer des Puppenstadiums in Tagen	Dauer der Ge- samtentwicklung in Tagen	Durchschnitts- temperatur in °C
	abgelegt am	geschlüpft am							
363.	21. X. 27	26. X. 27	5	9. XI. 27	14	29. XI. 27	20	39	
364.	"	"	5	"	14	"	20	39	
365.	"	"	5	10. XI. 27	15	30. XI. 27	20	40	
366.	"	"	5	"	15	2. XII. 27	22	42	
367.	"	"	5	11. XI. 27	16	5. XII. 27	24	45	
368.	28. X. 27	3. XI. 27	6	25. XII. 27	52	1. II. 28	38	96	
369.	"	"	6	"	52	"	38	96	
370.	"	"	7	"	51	6. II. 28	43	101	
371.	"	"	7	"	51	"	43	101	
372.	8. XI. 27	15. XI. 27	7	25. XII. 27	40	3. II. 28	40	87	
373.	"	"	7	"	40	"	40	87	
374.	"	"	7	"	40	"	40	87	
375.	"	"	7	"	40	14. II. 28	51	98	
376.	10. XI. 27	17. XI. 27	7	31. XII. 27	44	13. II. 28	44	95	
377.	"	"	7	"	44	15. II. 28	46	97	
378.	"	"	7	"	44	"	46	97	
379.	"	"	7	"	44	"	46	97	
380.	"	"	7	"	44	"	46	97	
381.	15. XI. 27	23. XI. 27	8	1. I. 28	39	12. II. 28	42	89	
382.	"	"	8	"	39	13. II. 28	43	90	
383.	"	"	8	"	39	15. II. 28	45	92	
384.	7. XII. 27	22. XII. 27	15	2. II. 28	43	22. III. 28	48	106	
385.	"	"	15	"	43	27. III. 28	53	111	
386.	26. X. 27	2. XI. 27	7	6. II. 28	91	27. III. 28	50	148	
387.	"	"	7	"	91	"	50	148	
388.	18. XI. 27	27. XI. 27	9	2. II. 28	67	27. III. 28	54	122	
389.	"	28. XI. 27	10	3. II. 28	67	28. III. 28	54	123	
390.	"	"	10	"	67	"	54	123	
391.	6. XI. 27	13. XI. 27	7	4. II. 28	83	17. IV. 28	73	163	
392.	"	"	7	"	82	19. IV. 28	75	165	
393.	12. XII. 27	30. XII. 27	18	10. II. 28	43	28. III. 28	47	108	
394.	14. XII. 27	1. I. 28	18	29. II. 28	59	17. IV. 28	48	125	
395.	"	"	18	"	59	"	48	125	
396.	19. XII. 27	3. I. 28	15	17. II. 28	45	10. IV. 28	53	113	
397.	"	"	15	20. II. 28	48	17. IV. 28	57	120	
398.	"	"	15	"	48	19. IV. 28	59	123	
399.	25. XII. 27	12. I. 28	18	22. II. 28	41	17. IV. 28	55	114	
400.	27. XII. 27	15. I. 28	19	19. III. 28	64	17. IV. 28	29	112	
401.	1. I. 28	20. I. 28	19	22. III. 28	62	17. IV. 28	26	107	
402.	"	"	19	"	62	18. IV. 28	27	108	



Tabelle 11.

Übersicht über die Entwicklungsdauer von *Symphrophobius umicus* und seiner Entwicklungsstadien in den einzelnen Monaten.

Monat	Temperatur ° C	Gesamtentwicklung in Tagen			Dauer des Eiastadiums in Tagen			Dauer des Larvenstadiums in Tagen			Dauer des Puppenstadiums in Tagen		
		Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum	Durchschnitt	Maximum	Minimum
IX. 26	23,5	30,8	40	25	4,7	7	5	99	10,0	12	6	51	12,0
X.	21,4	81,1	160	22	16	8	6	68	12,6	14	12	28	14,9
XI.	18,4	112,1	149	67	10	8	5	96	44,7	92	22	28	61,4
XII	12,6	110,8	125	97	46	20,7	15	154	50,3	74	34	42	71,1
I. 27	13,3	83,3	96	77	3	28,0	25	5	48,0	65	34	15	48,9
II	—	—	—	—	—	—	—	—	[77,0]	—	—	2	40,2
III	15,8	51,7	57	43	37	12,9	17	108	21,3	27	18	26	27,7
IV.	17,8	32,8	35	31	5	8,7	9	22	15,5	19	13	20	17,3
V.	21,9	28,4	32	25	30	6,5	7	76	10,1	12	8	30	12,2
VI.	24,9	25,1	31	23	28	5,1	6	81	10,2	12	7	52	11,2
VII.	27,3	23,5	26	21	32	4,7	5	76	8,0	10	6	38	11,2
VIII.	26,5	25,1	31	21	58	4,4	5	122	8,9	12	6	48	9,5
IX.	25,7	26,7	32	22	27	5,4	6	45	8,9	12	7	37	10,3
X.	23,0	51,2	148	30	33	6,5	5	33	11,6	16	9	27	12,1
XI.	18,9	106,4	165	87	17	7,6	10	17	54,4	91	39	23	19,1
XII.	14,6	117,5	125	108	8	16,6	19	10	43,0	—	—	3	43,1
I. 28	—	107,5	108	107	3	19,0	—	2	53,1	64	41	9	43,3
II.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	64,1
III.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	27,3
													29
													26
													16
													3

Tabelle 12.

Lebensdauer und Fraßmenge der *Symphorobius*-Imagines beider Geschlechter.

♀			♂		
Imago geschlüpft am	Lebensdauer in Tagen	Zahl der gefressenen Pseudococcen	Imago geschlüpft	Lebensdauer in Tagen	Zahl der gefressenen Pseudococcen
21. X. 26 . .	23	66	22. X. 26 . .	28	42
21. X. 26 . .	23	58	22. X. 26 . .	63	40
21. X. 26 . .	21	100	22. X. 26 . .	72	33
21. X. 26 . .	27	62	22. X. 26 . .	46	27
22. IV. 27 . .	25	105	2. XI. 26 . .	21	24
22. IV. 27 . .	20	58	3. XI. 26 . .	20	25
11. V. 27 . .	13	46	22. IV. 27 . .	16	13
12. V. 27 . .	12	52	22. IV. 27 . .	24	20
26. V. 27 . .	35	183	22. IV. 27 . .	24	20
26. V. 27 . .	39	205	22. IV. 27 . .	24	19
9. VI. 27 . .	32	822	20. VIII. 27 . .	70	129
11. VI. 27 . .	21	200	20. VIII. 27 . .	30	70
19. VII. 27 . .	12	68	20. VIII. 27 . .	10	10
20. VIII. 27 . .	26	64	29. IX. 27 . .	60	74
20. VIII. 27 . .	15	60	2. XI. 27 . .	21	24
12. IX. 27 . .	32	152	2. XI. 27 . .	42	43
13. IX. 27 . .	37	119	22. XI. 27 . .	101	65
29. IX. 27 . .	35	52	29. XI. 27 . .	35	34
12. X. 27 . .	15	125		707	702
2. XI. 27 . .	19	54		37,2 Tage	
22. XI. 27 . .	70	18		0,99 Pseudococcen pro Tag.	
	552	2329			
	26,3 Tage				
	4,22 Pseudococcen per Tag				

Eine Überwinterung ist nicht so deutlich ausgeprägt wie bei *Cryptolaeus*. Die Eiablage hört im allgemeinen Mitte Dezember völlig auf (insgesamt 5 Ausnahmen) und beginnt Anfang März wieder, ist also  $2\frac{1}{2}$  Monate unterbrochen. Das Schlüpfen der bis Dezember gelegten Eier findet ununterbrochen bis gegen Mitte Januar statt. Die Larvenentwicklung geht sehr langsam aber ständig weiter, ebenso findet ständig Verpuppung statt. Gegen Mitte November hört das Schlüpfen neuer Imagines im allgemeinen auf (insgesamt 7 Ausnahmen). Das erste Schlüpfen findet erst wieder in den letzten Februar-Tagen statt und setzt Anfang März stärker ein. Die Überwinterung findet also vorwiegend im Larven- und Puppenstadium statt, die im Dezember, Januar und Februar im Durchschnitt je 50,3; 48,0; 77,0 Tage für die Larve, 71,1; 48,9; 40,2 Tage für die Puppe andauert.

Während also alle Entwicklungsprozesse vom Schlüpfen der Eier bis zur Verpuppung weiter vor sich gehen, ist das Schlüpfen neuer Imagines sowie neue Eiablage so gut wie abgeschnitten.

## 2. Bemerkungen über die Entwicklungsgeschwindigkeit von *Symphorobius amicus* in Palästina.

*Symphorobius amicus* hat im Verlaufe des Jahres in der Küstenebene 8—9 Generationen, das heißt um ein geringes mehr als *Pseudococcus*. Hierbei deckt sich die Wintergeneration mit 94 Tagen Entwicklungsdauer ziemlich genau mit der von *Pseudococcus* mit 93 Tagen. Die Sommergenerationen sind aber weit kürzer als die von *Pseudococcus* und dauern zwischen 3—4 Wochen. Als Unterlage für die Berechnung der Temperaturentwicklungskurve dienten uns die Lebensgeschichten der Tabelle 10. Auf Grund der Formel

$$34 \text{ Tage } (20,8^{\circ} \text{ C} - c^{\circ} \text{ C}) = 22 \text{ Tage } (26,4^{\circ} \text{ C} - c^{\circ} \text{ C}),$$

ergab sich ein Entwicklungsnullpunkt ( $c$ ) von  $10,5^{\circ} \text{ C}$ , sowie eine Thermalkonstante (Th. C.) von  $350^{\circ}$ . Die so errechnete Kurve stimmt in ganz

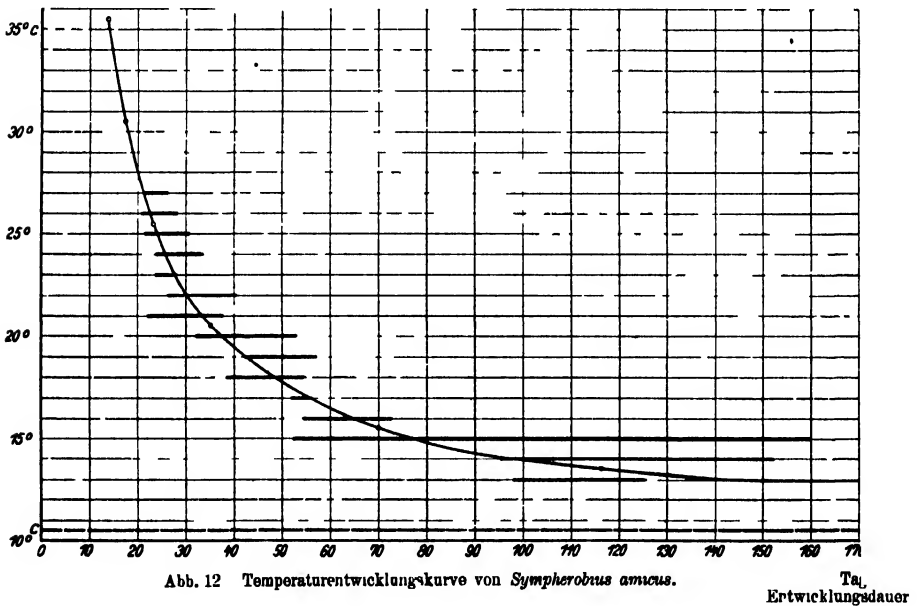


Abb. 12 Temperaturentwicklungskurve von *Symphorobius amicus*.

Tage  
Entwicklungsdauer

verblüffender Weise mit den empirischen Daten überein. Daß die Variationsbreite der beiden niedersten Temperaturen so kurz ist, findet seine einfache Erklärung darin, daß diese Temperaturen im Versuchsgebiet nicht längere Zeit in der Natur vorhanden sind. Diese Kurve ist für das epidemiologische Mittel, nicht für die Optimalentwicklung errechnet. Das Intervall (= Präovipositionsperiode) ist daher auch mit 5 Tagen angesetzt worden, während es in Individuen nur 1—2 Tage andauert.

Die Kurvenfiguren (13) zeigen auch hier wieder deutlich, daß die Länge der Schlüpfdauer der Imagines mit sinkender Temperatur stark zunimmt.

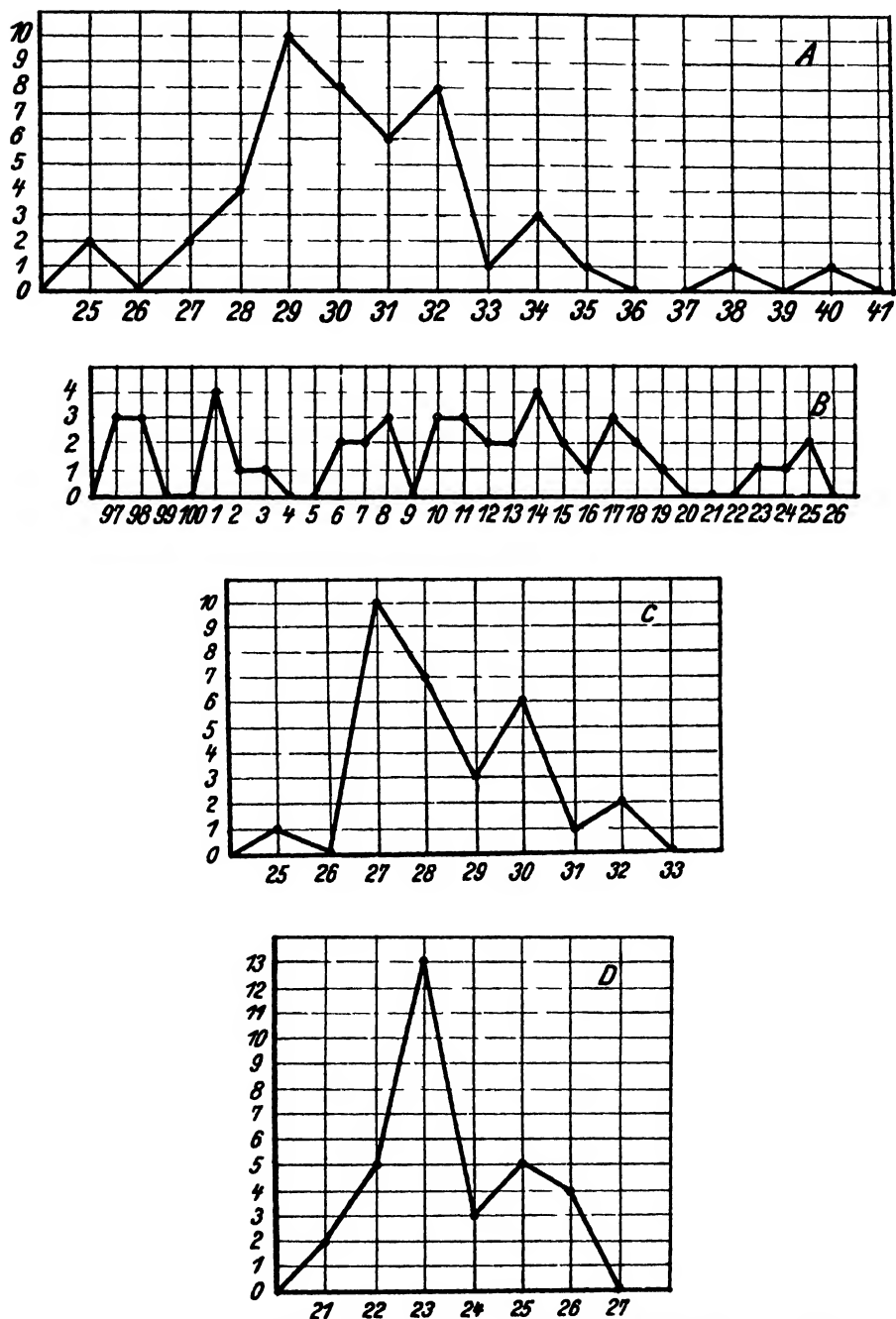


Abb 13. Streuung der Schlüpfzeiten verschiedener Generationen von *Symphrobius amicus* bei verschiedener Entwicklungsdauer  
 Ordinate Zahl der schlüpfenden Imagines  
 Abszisse Angabe, am wievielten Entwicklungstage das Schlüpfen erfolgt  
 Einblage A IX 1926, B XII 1926 C V 1927, D VII. 1927

### 3. Über die beschränkenden Faktoren.

Von allen in dieser Arbeit erwähnten Insekten ist *Symphorobius amicus* am besten an das hiesige Klima angepaßt. Biotische Faktoren tragen kaum zu seiner Verminderung bei. Der in Zuchten gelegentlich auftretende Kannibalismus der Larven, Aussaugen von Eiern durch Imagines dürfte unter natürlichen Bedingungen gänzlich zu vernachlässigen sein. Besonders günstig ist, daß wir in den jetzt zwei Jahre andauernden Zuchten nie einen Parasiten von *Symphorobius amicus* gezogen haben. Das Vorhandensein von Parasiten tritt ja in Kalifornien der Massenvermehrung von *Symphorobius*-Arten entscheidend entgegen. Von allen angeführten Insekten ist *Symphorobius amicus* das einzige, daß auch während der heißen Sommertemperaturen keinerlei starke Mortalität zeigt. Nnr gegen die Chamzinwinde zeigt sich das Tier, besonders im Larven- und Puppenstadium, sehr empfindlich. Ebenso gehen alle Entwicklungsstadien, die längere Zeit den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt sind, zugrunde. Im Durchschnitt entwickelten sich in unseren Zuchten 40% der Eier zu Imagines, zu keiner Jahreszeit weniger als 20%. Dabei ist noch zu berücksichtigen, daß hier eine starke Mortalität durch unvorsichtige Behandlung der jüngsten Stadien, Kannibalismus usw. eintrat, die in der Natur sicher in geringem Maße stattfindet. Auch den Winter übersteht *Symphorobius amicus* unter den lokalen Verhältnissen gut.

Tabelle 13.

Mortalitätstabelle der Zuchten von *Symphorobius amicus* in den einzelnen Monaten.

Monat	Eier	Larven	Puppen	Imagines	Verhältnis Imagines :Eier	Bemerkungen
IX. 26	66	66	47	47	0,71	
X. 26	48	47	18	16	0,33	12 Larven durch Kannibalismus getötet.
XI. 26	61	61	18	11	0,18	21 Larven durch Kannibalismus getötet.
XII. 26	163	88	58	46	0,28	
I. 27	5	3	3	3	0,60	
II. 27	—	—	—	—	—	
III. 27	108	103	47	38	0,35	5 Puppen durch Chamzin gestorben.
IV. 27	22	20	7	5	0,23	8 Larven und Puppen durch Chamzin gestorben.
V. 27	83	83	39	33	0,39	20 Larven und Puppen durch Chamzin gestorben.
VI. 27	56	55	32	29	0,52	7 Puppen vertrocknet.
VII. 27	76	76	38	34	0,44	14 Larven und Puppen vertrocknet.
VIII. 27	122	122	61	59	0,48	
IX. 27	45	45	27	26	0,57	
X. 27	76	—	—	32	0,39	
XI. 27	43	—	—	17	0,39	
XII. 27	23	—	—	12	0,52	

Wie aus der Abb. 14 hervorgeht, ist also *Symphorobius amicis* an das hiesige Klima hervorragend angepaßt, viel besser als der Schädling,

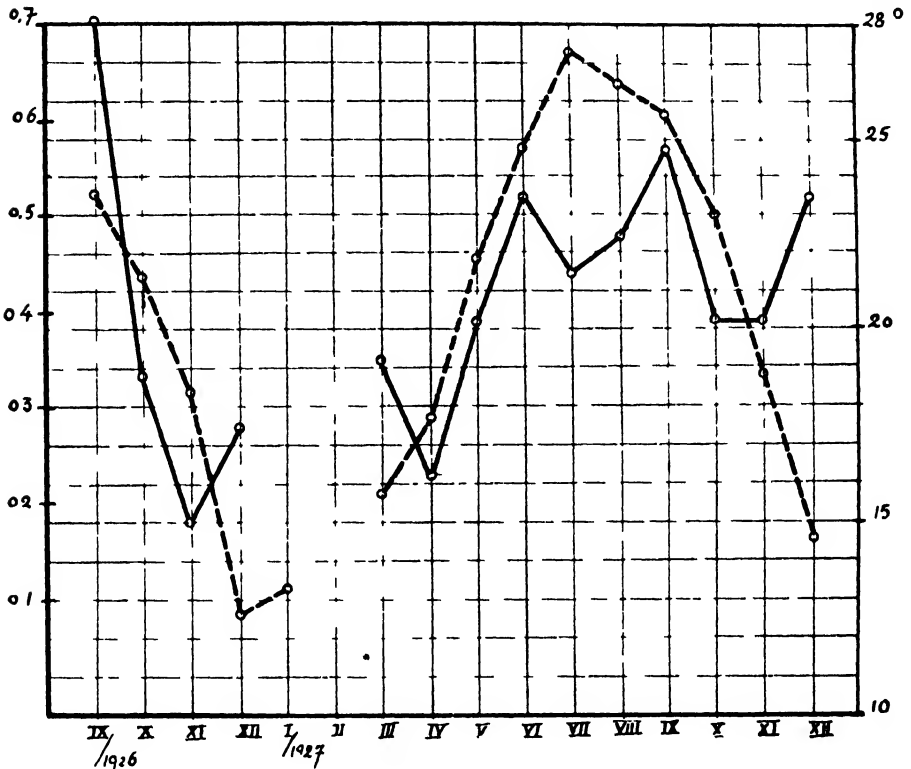


Abb. 14. Mortalitätskurve von *Symphorobius amicis*  
 - - - Durchschnittstemperatur (rechte Ordinate) — Verhältnis der schlüpfenden Imagines zur Zahl der in dem betreffenden Monat abgelagerten Eier (linke Ordinate).

gegen den er verwandt werden soll. Im einzelnen starben 20,4% aller Eier, 41,8% aller Larven und 13,7% aller Puppen. 40,7% aller gezogenen Eier erreichten das Imaginalstadium.

#### 4. Über die Fraßmenge von *Symphorobius amicis* in den verschiedenen Entwicklungsstadien.

Bei allen Versuchen über die Ermittlung der Fraßmenge der Larven und Imagines fütterten wir stets mit erwachsenen *Pseudococcus*-Weibchen. Da beide Stadien, insbesondere die Larve, Eigelege und junge Larven ebenfalls verzehren, ist der wirkliche biologische Nutzen natürlich ein sehr viel höherer als der hier ermittelte.

Die Larven kriechen eifrig bei der Nahrungssuche umher, dabei mit dem Kopf nach allen Seiten spähend und stürzen sich auf die erblickte

Nahrung. Die Larven bevorzugen dabei Eigelege vor den erwachsenen Pseudococci. Sie fressen sich in dieselben hinein und verweilen hier, bis das Eigelege mehr oder weniger leer gesaugt ist. Larven und erwachsene Tiere packen sie von der Bauchseite und saugen sie von dort langsam aus. Bisweilen lagen 3—5 Sympherobius-Larven unter einem großen Pseudococcus-Weibchen, das sie von verschiedenen Seiten her aussagten, bis nur dessen leere Chitinhaut zurückblieb.

Tabelle 12 gibt Auskunft über die Zahl der von den Larven verzehrten erwachsenen Pseudococcen-Weibchen, Abb. 15 zeigt deutlich, daß die Fraßmenge von der Entwicklungsdauer abhängt. Im Herbst sind 20—25 Pseudococci die normale Fraßmenge, im Winter bis zu 67.

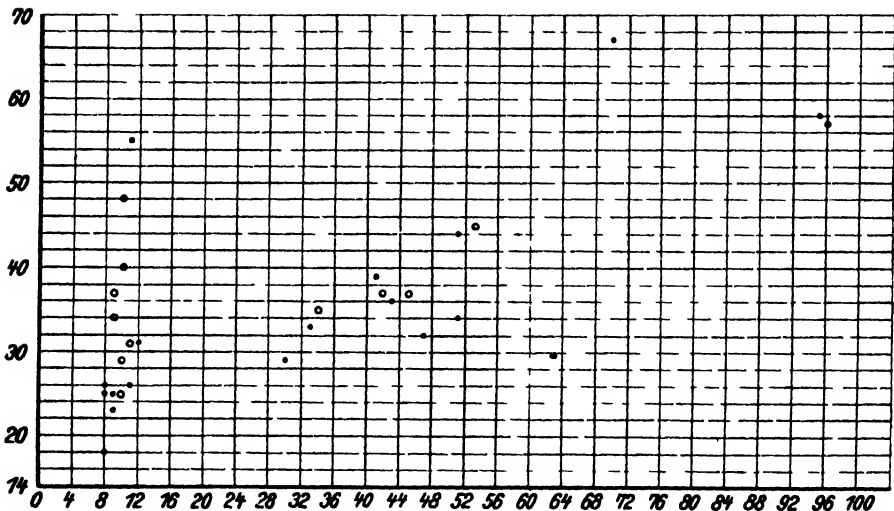


Abb. 15 Fraßmenge der Larven von *Sympherobius amicis*  
Ordinate Zahl der Entwicklungstage der Larve. Abszisse: Zahl der gefressenen Pseudococci

Im Durchschnitt wurden in der Beobachtungszeit 42,7 Pseudococci bei 22 Einzelangaben gefressen.

Die durchschnittliche Fraßmenge der Imagines haben wir bereits in Tabelle 12 angeführt. Ein Weibchen frißt im Durchschnitt 4,22 erwachsene Pseudococcus-Weibchen pro Tag, ein Männchen 0,99. Insgesamt fraßen 21 Weibchen in 522 Lebenstagen 2329 Pseudococci oder 110,9 Pseudococci pro Weibchen und 19 Männchen in 707 Lebenstagen 702 Pseudococci oder 36,9 Pseudococci pro Männchen.

Die Fraßmenge der Weibchen übertrifft also die der Larve um ein beträchtliches, während die der Männchen ihr ungefähr gleichkommt.

Die Imagines überstehen einige Tage Hunger gut. So starben (VIII. 27) von 12 frisch geschlüpften Imagines, die ohne Nahrung gelassen wurden: am 4. Tage 3, am 6. Tage 5, am 7. Tage 2, am 8. und 9. je 1 Imago.

### 5. Über die Elproduktion von *Symphorobius amicus*.

Copula ist von uns niemals beobachtet worden; vielleicht findet sie nachts statt. Die Eiablage beginnt im allgemeinen am 1. oder 2. Tage nach dem Schlüpfen der *Symphorobius*-Weibchen, in einzelnen Fällen, besonders im Winter, erst am 5. Tage (in einem Fall sogar erst am 16. Tage). Befruchtung ist zur Eiablage unbedingtes Erfordernis, da eine ganze Reihe von vom Schlüpfen ab isolierter Weibchen nie auch nur ein einziges Ei ablegte. Parthenogenesis findet also nicht statt. Weibchen, die bis zu 10 Tagen isoliert waren, legten am nächsten Tage nach dem Hinzusetzen eines Männchen sofort Eier.

Die genauen Daten über die Eiablage von 22 Weibchen sind in der Tabelle 14 zusammengestellt. Das letzte Beispiel ist völlig anormal, da zu dieser Zeit im allgemeinen keine Eiablage mehr stattfindet und bleibt am besten unberücksichtigt.

Tabelle 14.  
Eiablage vom *Symphorobius amicus*.

1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
Nr.	Lebensdauer	Gesamte Lebensdauer in Tagen	Lebensdauer minus die Präovipositions-Periode und die letzten Lebenstage ohne Eiablage	Effektive Eiablage-tage	Zahl der Eier	Zahl der gefressenen <i>Pseudococci</i>	Eiablage per Tag (Kol. 4)	Eizahl. Zahl der gefress. <i>Pseudococci</i>
1.	21. X.—14. XI 26 . .	23	18	17	254	66 (55)	14,1	3,9
2.	21. X.—14. XI 26 . .	23	17	14	314	58 (58)	18,4	6,4
3.	21. X.—17. XI 26 . . .	27	22	19	365	100 (99)	16,6	3,7
4.	21. X.—13. XI 26 . . .	21	13	8	262	62 (53)	20,1	4,9
5.	22. IV.—17. V. 27 . .	25	25	22	243	105 (105)	17,7	4,2
6.	22. IV.—11. V. 27 . .	20	19	16	144	58	7,6	2,5
7.	12. V.—24. V. 27 . .	12	11	10	176	46	16,0	3,7
8.	11. V.—24. V. 27 . . .	13	13	11	181	52	13,9	3,5
9.	26. V.—30. VI 27 . .	35	21	16	192	183 (138)	9,1	1,4
10.	26. V.—4. VII 27 . .	39	20	16	338	205 (164)	16,9	2,1
11.	9. VI.—11. VII 27 . .	32	29	25	589	282	20,3	2,1
12.	11. VI.—2. VII 27 . .	21	20	18	522	200	26,1	2,6
13.	20. VIII.—15. IX. 27 .	26	20	15	260	104 (102)	13,0	2,5
14.	20. VIII.—4. IX. 27 . .	15	11	8	144	60	13,1	2,4
15.	19. VII.—31. VII 27 . .	12	11	11	198	68	18,0	2,9
16.	12. IX.—15. X. 27 . . .	32	29	20	190	152	6,5	1,2
17.	13. IX.—21. X. 27 . .	37	12	11	69	119 (77)	4,1	0,77
18.	12. X.—27. X. 27 . . .	15	11	7	132	52	12,0	2,5
19.	29. IX.—3. XI 27 . . .	35	27	16	208	125 (122)	7,7	1,6
20.	2. XI.—21. XI 27 . . .	19	17	11	177	54	10,4	3,3
21.	3. XI.—22. XI 27 . . .	19	17	11	177	53	10,4	3,3
22.	22. XI 27—31. I. 28 . .	70	28	12	42	78	1,5	0,5



21 Weibchen legten 5235 Eier, d. h. 254,0 Eier pro Weibchen oder rund 10 Eier pro Lebenstag. Wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht, beträgt die größte Lebensdauer der Weibchen im Frühjahr und Herbst 32—70 Tage. Die stärkste Eiablage findet in den Frühjahrs- und Sommermonaten statt (443 bis maximal 539 Eier). Der größte Pseudococcus-Verbrauch der erwachsenen Weibchen findet im Sommer statt.

Lebenszeit	Lebenszeit		effektive Eiablage	Eizahl	Pseudo-cocci	Eizahl Pseudo-cocci
	weniger: Tage vor-her und nachher ohne Eiablage	resp.				
X. XI. 26 . 23,5	(17,7	resp. 14,5)	298,7	71,5	4,18	
IV. VII. 27 24,6	(18,5	resp. 15,5)	318,7	141,7	2,54	
II. XI. 27 25,6	(17,2	resp. 12,4)	171,0	91,8	1,86	

Auf die genaueren Beziehungen zwischen Nahrungsaufnahme und Eiproduktion müssen wir uns leider versagen hier einzugehen. Von den vier möglichen Kombinationen treten ein:

I. Die Eiablage dauert bis zum Lebensende

A. Nahrungsaufnahme dauert bis zum letzten Tag . . . 9 mal

B. Nahrungsaufnahme hört früher auf . . . 3 mal

II. Die Eiablage hört deutlich früher auf

A. Die Nahrungsaufnahme dauert bis zum letzten Lebenstag 8 mal

B. Die Nahrungsaufnahme hört früher auf . . . 2 mal

Es besteht also eine deutliche Tendenz, unabhängig von der Fortdauer der Eiproduktion weiter zu fressen. Einige Diagramme zeigen drei der obigen Kombinationen (Abb. 16).

## 6. Praktische Erfahrungen mit der biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus* mit *Symphorobius amicus*.

Die verhältnismäßig große Zahl der zum Aussetzen freien Symphorobii in den Monaten Juli bis September 1927 ermöglichte es, eine großzügigere Bekämpfung in Angriff zu nehmen. Der Erfolg kann als durchaus zufriedenstellend bezeichnet werden.

Insgesamt wurden ausgesetzt:

Pardeß Garber . . . . .	VIII.	600
„ „ . . . . .	IX.	200
„ Jatkowski . . . . .	VIII.	600
„ Paskal-Levin . . . . .	VII.	700
„ Polatnik . . . . . Ende	VIII.	1600
„ Weiß . . . . .	VIII.	400
„ Sahabi . . . . .	IX.	400
		<hr/> 4500

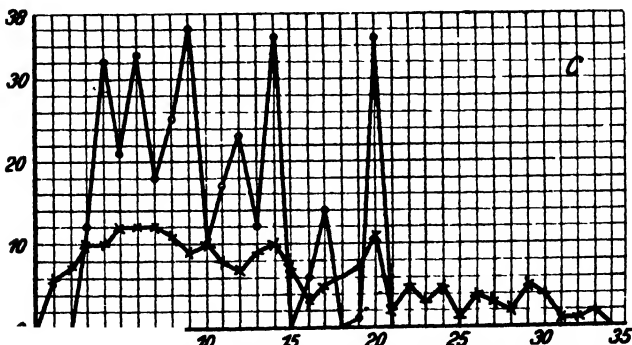
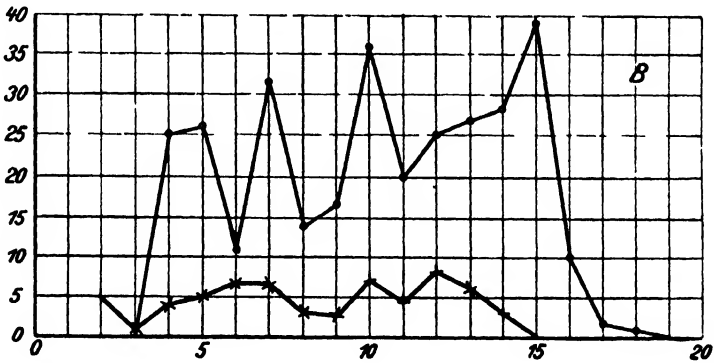
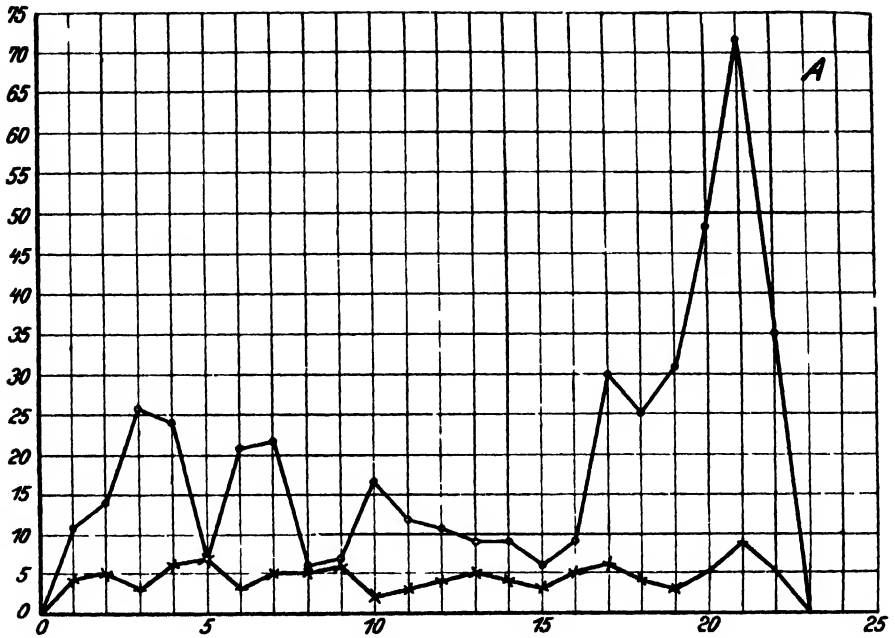


Abb. 16. Eiproduktion und Nahrungsaufnahme von 3 *Sympherobius amicus*-Weibchen.  
 . Zahl der abgelegten Eier. x—x Zahl der gefressenen *Pseudococci*. Die Abszisse zeigt den  
 Lebenstag des betreffenden Weibchens.

Im Anfang August traten wieder an den uns schon bekannten Plätzen Pseudococci auf. Es konnte sogleich dagegen mit einem größeren Aussetzen von Sympherobiis vorgegangen werden. In dem stark befallenen Garber'schen Pardeß unterschied sich die Befallstärke kaum von der vorjährigen. Es wurden 600 Imagines und ca. 1 Monat später noch einmal 200 ausgesetzt. Die Tiere stürzten sich sofort auf die Pseudococci und begannen zu fressen. Hatten sie eine Stelle leer gefressen, so flogen sie auf andere Blätter und Früchte und suchten weiter. Von den Ameisen wurden sie mitunter am Fressen gehindert (ebenso wie *Cryptolaemus*), doch wurden sie dadurch nur zeitweilig auf andere Plätze gedrängt. Trotzdem ist natürlich ein starkes Auftreten von Ameisen störend.

Bei fortlaufenden Beobachtungen auch von Seiten des Besitzers konnte festgestellt werden, daß in diesem Jahre kein Fruchtausfall stattfand. Eine Anfang November vorgenommene genaue Kontrolle ergab, daß überall die Pseudococcus-Nester leer gefressen waren und nur noch ganz vereinzelte Pseudococci an der Frucht saßen. Es war ein 100 prozent. Erfolg. An ihm hatte die in geringer Zahl beobachtete Gallmücke sicher keinen entscheidenden Anteil.

Leider wurde der Erfolg unserer Arbeit an der zweiten — auch im Vorjahre behandelten — Stelle dadurch etwas verwischt, daß hier etwa gleichzeitig mit Pseudococcus die Motte *Cryptoblabes gnidiella* auftrat, deren Raupen die Früchte tief anbohren und zu vorzeitiger Reife und Abfall bringen. Es tritt hierbei Gummifluß und ein Schimmelpilz auf.

Am 15. VIII. 27 wurden 600 Sympherobii ausgesetzt, die eine gute Arbeit leisteten. Waren im vergangenen Jahre oft 20—30 Früchte mit Pseudococci übersät unter einzelnen Bäumen gelegen, so fanden sich jetzt nur noch ganz wenige und auch bei ihnen konnte als Ursache immer der Einstich der erwähnten Raupen erkannt werden. Auch bei den auf Veranlassung des Besitzers aufgelesenen Früchten, die infolge von Pseudococcus abgefallen sein sollten, waren durchweg einwandfrei diese Einstiche zu sehen. Es waren zwar noch vereinzelte Pseudococci im Pardeß vorhanden, doch ist der Fruchtfall dieses Jahr sehr viel geringer als der des vorigen und fast ganz auf die *Cryptoblabes*-Raupe zurückzuführen.

In den Pardessim Weiß und Sahabi ist die Wirkung unserer Bekämpfung ähnlich vollkommen gewesen wie bei Garber. Im Weißschen Pardeß war der Befall von vornherein klein, bei Sahabi etwa mittelstark. Bei unseren häufigen Kontrollen und nach dem Berichte der Besitzer konnten schon 4—6 Wochen später kaum noch Pseudococci gefunden werden.

Infolge persönlicher Schwierigkeiten ließ sich eine Kontrolle der Sympherobius-Arbeit im Pardeß Paskal (Mir), wo am 28. VII. 700 Sympherobii ausgesetzt waren, nicht durchführen.

Ziemlich spät (Ende August), als die Ausbreitung der Pseudococci schon ziemlich weit fortgeschritten war, wurde uns ein ausgedehntes Auf-

treten im Pardeß Polatnik angezeigt. Alljährlich treten nach Aussage des Besitzers in einem Quartier von mehr als 10 Dunam viel *Pseudococcus* auf. Entsprechend der großen räumlichen Verbreitung konnten nicht genügend *Symphrobii* ausgesetzt werden, obwohl im Verlaufe von einem Monat ca. 1600 Tiere hergebracht wurden. Abfall von Orangen trat kaum noch ein, doch war an Orangen teilweise noch ein mäßiger *Pseudococcus*-Befall vorhanden. Der Besitzer und Verwalter dieses Pardeß sind der Ansicht, daß der Befall nach Beginn abgenommen und bei weitem nicht das gewöhnliche Ausmaß erreicht hat. Bei einem früheren Einsetzen der Bekämpfung wäre auch hier der Erfolg noch deutlicher geworden.

## 7. Die Technik der *Symphrobobius amicis*-Zucht.

Bei Zuchten in Reagenzgläsern ist mit sehr guten Zuchtergebnissen zu rechnen. Anfänglich wurden daneben auch Aufzuchten in Papp-(Zigaretten-)Schachteln und in kleinen Zucht-(Jam-)Gläsern versucht. In ersteren scheinen zwar auch die Larven ziemlich vollständig zu schlüpfen — wie man aus den durchbohrten Eihüllen sehen konnte — doch waren nur selten sogar gleich am Morgen nach dem Schlüpfen in der Nacht wenige Larven in den Schachteln zu finden. Die winzigen eifrig herumkriechenden Larven finden ohne jede Schwierigkeit einen Weg ins Freie. In 5 Schachteln, in die je 15—20 Eier gelegt worden waren, war spätestens 2—3 Tage nach dem Schlüpfen keine einzige Larve mehr vorhanden. (XI. 26.) — Die Zuchtgläser haben den großen Nachteil, daß bei ihrem verhältnismäßig großem Durchmesser sich die winzigen Larven nur schwer beobachten lassen, und daß diese gerne zwischen dem Deckverschluß und Bindfaden kriechen und bei dem notwendigen Öffnen leicht zerdrückt werden oder aber fort kriechen. Sind Imagines im Glase, so besteht beim Öffnen einmal dauernd die Gefahr, daß sie herausfliegen, andererseits ist es sehr schwierig, geschlüpfte Imagines herauszunehmen; man kann sie nicht fassen und beim Herausklopfen fliegen sie leicht weg.

Diese Unannehmlichkeiten lassen sich beim Arbeiten mit Reagenzgläsern fast ganz vermeiden. Zum Verschluß nimmt man am besten einen Wattestopfen, der mit Gaze umwickelt ist. Sonst legen nämlich oft die *Symphrobobius*-Weibchen ihre Eier in den Wattestopfen, die schlüpfenden Larven kriechen in ihn hinein, finden in dem dichten Fadengewirr keinen Ausgang, und gehen dort zugrunde. Auch später, wenn die Larven schon größer sind, lassen sie sich nur schwer von dem Wattestopfen abschütteln und werden beim Öffnen des Glases (Nahrungszuführung) zwischen Glaswand und Stopfen zerquetscht. Von der Gaze fallen sie beim Klopfen an das Glas bald herunter.

Die eigentliche Zucht beginnt mit dem Einsetzen von einzelnen oder wenigen befruchteten Weibchen in das Reagenzglas.

Die Form der Eihaufen wechselt und wird wohl auch bestimmt durch die Unterlage, auf welcher die Eier angeheftet werden. Nur selten

wurden die Eier direkt an die Wand des Reagenzglases angeklebt, wo sie dann ziemlich fest ansaßen. Sonst — wenn im übrigen die Reagenzgläser leer waren — fanden sich die Eier an den Gazestopfen angeheftet. Fast immer in unregelmäßigen kleineren oder größeren Haufen, nur ganz selten fadenförmig. Es hat sich als praktisch erwiesen, in das Reagenzglas ein vielleicht 2 cm langes und 1 mm dickes Holzstäbchen zu tun, da fast durchweg die Tiere dann an diesem ihre Eier ablegen, und so die Eier ohne jede Schwierigkeit in ein anderes Glas übergeführt werden können. An solchen Stäbchen liegen gewöhnlich die Eier in einer Reihe dicht aneinander — selten in einzelnen kleineren Haufen. Dabei werden besonders dünne kleine abgesplitterte Nebenästchen des Holzstäbchens zur Eiablage benutzt. Es ist zu beachten, daß die *Symphorobius*-Imago im Hungerzustand die eigenen abgelegten Eier frißt.

Das Schlüpfen gleichalteriger Eier geht in den wärmeren Monaten innerhalb von 1—2 Tagen vor sich. Und zwar scheinen die Larven fast durchweg in der Nacht zu schlüpfen. Es ist nötig, schon einen Tag vor dem erwarteten Schlüpfen etwas Pseudokokken-Nahrung in das Glas zu tun, da die Larven bei Mangel an anderer Nahrung sich gegenseitig anfallen (Kannibalismus). Überhaupt sollte man es vermeiden, das Glas in den ersten zwei Tagen nach dem Schlüpfen zu öffnen, da das Hantieren mit den nicht leicht erkennbaren, winzigen, eifrig herumkriechenden Tieren immer schwierig ist. Gleich nach dem Schlüpfen — vor Nahrungsaufnahme — ist die Farbe der Larven — wie die der Eier — milchig weiß. Oft sind schon am Tage nach dem Schlüpfen einzelne Tiere ausgefärbt, am Tage darauf etwa die Hälfte, am zweiten Tage fast alle.

Die Fütterung der Larven wird in der warmen Zeit alle ein oder zwei Tage, in der kälteren Zeit alle 4—6 Tage vorgenommen. Die einzelnen Pseudococci werden an einer Nadel in die Gläser eingeführt und leicht abgeschüttelt.

Zur Verpuppung setzen sich die Larven gerne an das Holzstäbchen fest und zwar, wenn es am Glase anliegt, und heften es so an das Glas an. Sonst ist ein bevorzugter Platz der schmale Raum zwischen dem Wattestopfen und dem Glase. Direkt am Glase findet nur im Notfall Verpuppung statt. Die Larven legen sich zur Verpuppung gern zusammen. Im Winter wurden oft Puppen während der ganzen Dauer des Puppenstadiums ohne Puppengespinnste beobachtet.

Während der ganzen Dauer der Zucht brauchen die Gläser nicht besonders feucht gehalten zu werden. Es ist nicht geraten, Kartoffeltriebe oder größere Blattteile hineinzutun, da leicht Fäulnis und Tod der Tiere eintritt. Andererseits dürfen in den heißen Sommermonaten die Reagenzgläser nicht längere Zeit den direkten Sonnenstrahlen ausgesetzt werden. Die Sterblichkeitsziffer wurde stark erhöht. Auch an Chamzintagen ging ein größerer Prozentsatz ein.

Die Massenzucht von *Symphrobii* geht fast ohne direktes Zutun vor sich — allerdings wird damit ein sehr großer Teil der Laboratoriums-*Pseudococcus*-Zuchten vernichtet.

In den *Pseudococcus*-Zuchtschränken und an den *Pseudococcus*-Kästen auf offenen Zuchtgestellen finden sich fast immer einzelne *Symphrobii*-Imagines, die von sich aus einen genügenden Nachwuchs liefern. Sonst muß man Mitte Mai einige befruchtete Weibchen aus Reagenzglaszuchten in die zur Zucht bestimmten Schränke einsetzen.

Die erste große Vermehrung der *Symphrobii* tritt im Mai ein. Um diese Zeit sind die *Pseudococcus*-Zuchtkästen sehr gut besetzt. Normalerweise schlüpfen dann in den folgenden Monaten täglich 20—30—60 *Symphrobii* in jedem Zuchtschrank. Am zweckmäßigsten hat es sich erwiesen, am Abend gegen 7 Uhr, 9 Uhr und wenn möglich noch einmal um 11 Uhr das Innere und Äußere der Zuchtschränke mit der Lampe abzusuchen. Die Imagines sitzen um diese Zeit zum größten Teil ruhig an den Wänden und besonders an der Decke, bei einiger Übung kann man sie leicht erkennen. Ein Aufschrecken der Tiere durch unvorsichtige Führung der Lampe muß man naturgemäß vermeiden — man stülpt vorsichtig ein Reagenzglas über das Tier, klopft leicht an das Glas, der *Symphrobii* fliegt dann in das Innere des Glases. In einem Glase lassen sich 20—30 Imagines fangen. Am Morgen fängt man die wenigen noch übrig gebliebenen Tiere weg. Praktischerweise tut man vorher einige *Pseudococcus*-Nahrung in die Gläser. Das Aussetzen der Tiere im Freien geschieht dann direkt aus ihnen. Nötigenfalls lassen sich 20—30 Tiere ohne größere Verluste einige Tage in einem Glase halten.

Man sollte — wie bereits gesagt — möglichst oft und sorgfältig alle auffindbaren Imagines aus den Kästen entfernen. Hierauf ist das allergrößte Gewicht zu legen. Nur so erreicht man, daß immer nur ein Teil der Imagines zur Eiablage kommt, daß daher der Zuchtschrank länger und regelmäßiger die für das Aussetzen nötigen Mengen liefert. Anderenfalls ist in ganz kurzer Zeit (4—6 Wochen) der *Pseudococcus*-Bestand völlig verbraucht, man erhält innerhalb weniger Tage eine übergroße Zahl *Symphrobii*, die man im Augenblick vielleicht garnicht verwenden kann, und steht später einem *Pseudococcus*-Auftreten in den *Pardessim* machtlos gegenüber.

Ist mit Rücksicht auf andere Zuchten ein größerer Bestand von *Pseudococci* dauernd erforderlich — betrachtet man also die *Symphrobii* als unerwünschte *Pseudococcus*-Räuber — so kann man sich, um die Vermehrung der *Symphrobii* einzuschränken, dadurch etwas helfen, daß man die Fenster der Zuchtkästen mit Öl bestreicht und am Abend mehrere Male — nachdem man einen Teil der *Symphrobii* in Reagenzgläsern weggefangen hat — mit der Lampe vorübergeht und dabei gleichzeitig gegen Fenster und Seiten der Zuchtkästen klopft. Die Tiere werden aufgeschreckt, fliegen zum Licht und bleiben mit ihren zarten Flügeln

im Öl gefangen. Es empfiehlt sich auch, eine brennende Lampe die Nacht über in der Nähe der Ölfenster aufzustellen. Der Ölanstrich ist alle 4—6 Tage zu erneuern. Am Tage kann man die Kartoffeltriebe nach Larven absuchen, doch ist der Erfolg dieser recht mühseligen Arbeit nicht groß.

Gegen die auf offenen Pseudococcus-Kästen auftretenden Imagines läßt sich ernstlich kaum etwas ausrichten. Man kann immer nur wenige Sympherobii beobachten und noch weniger wegfangen. Trotzdem waren in den Jahren 1926 und 1927 schon im Juli/August die Kästen völlig leer gefressen und jede Neuinfektion, auch durch Pseudococcus-Reinzuchten und Aufstellen völlig unberührter Kartoffelzuchten, blieb ohne jeden Erfolg. Es scheint, daß bei größeren Sympherobius-Zuchten die Verwendung offener Pseudococcus-Kästen zum Versuch nicht möglich ist.

#### IV. *Cecidomyide spec. inc. (Dipt. Cecid.)*<sup>1)</sup>

Seit dem Herbst 1925 machte sich in unseren Pseudococcus-Zuchten eine *Cecidomyide* bemerkbar, die manchmal die Vermehrung der Pseudococci ernstlich hemmte. Auch in der Natur war dieselbe *Cecidomyide*

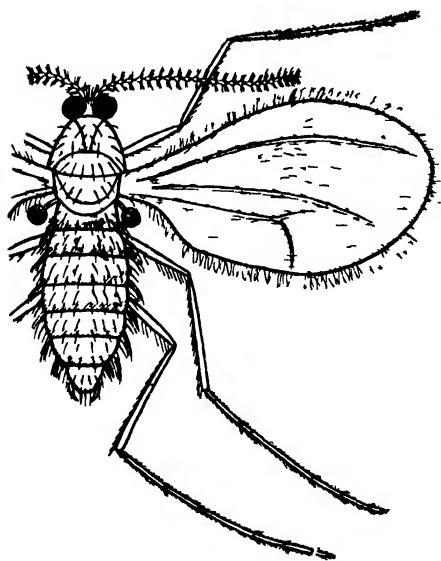


Abb. 17. *Cecidomyide spec. inc.*

besonders im Herbst weit verbreitet. Ihre künstliche Aufzucht ergab, daß ihre Entwicklungsdauer ganz beträchtlich unter der von Pseudococcus lag. Wir schenken deshalb der praktischen Verwendbarkeit dieses Insekts besondere Aufmerksamkeit.

#### Beschreibung.

Eine systematische Bestimmung der Art zu erhalten, war uns bisher unmöglich. Die nicht cecidogenen Cecidomyiden haben scheinbar seit dem Tode Kieffers keinen Bearbeiter mehr gefunden. Die folgenden unzulänglichen Angaben mögen zu seiner vorläufigen Beschreibung dienen:

Imago. 2—2½ mm lang. Kopf schwarz, Fühler bräunlich, 25-gliedrig, Thorax rotbraun; die beiden ersten Hinterleibsglieder dunkelbraun, der

<sup>1)</sup> Die Beschreibung in der vorläufigen Mitteilung bezog sich irrtümlicherweise auf die später zu erwähnende andere Cecidomyiden-Art.

restliche Hinterleib wein- bis orangerot; Beine hyalin farblos. Flügel hyalin, dunkel behaart, Adern farblos. Halteren dunkelbraun mit hyalinem Stiel.

Larve. Erwachsen 2,2 mm lang, gelblich mit einem großen deutlichen ziegelroten Fleck auf dem Dorsum oder fleischrot mit 2 hellen gelblichen Längsstreifen auf dem Rücken rechts und links von dem schwärz-

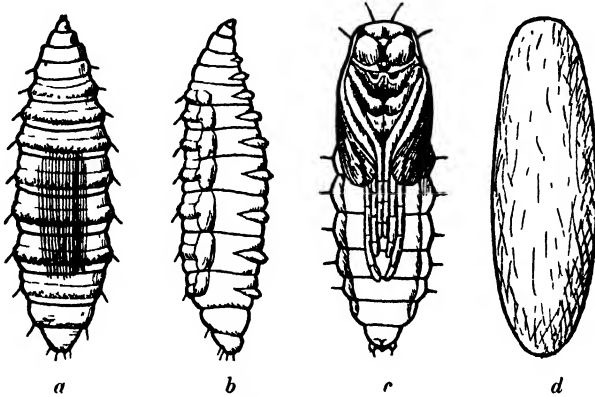


Abb. 18 Larve und Puppe der *Oecidomyia*.

a Larve von oben, b von der Seite, c Puppe von unten gesehen, d Kokon der Puppe.

lich durchscheinendem Darm. Vom 5.—10. Segment je ein lateraler weißlicher Randwulst. Auf der Unterseite 8 Paar Hautzapfen.

Puppe. In dünnem, durchscheinendem, aber sehr festem Kokon; Puppe rotbraun, Rand des Hinterleibs heller. 2 mm lang.

Das Eistadium haben wir nicht beobachtet.

### 1. Bemerkungen über die Biologie der einzelnen Stadien.

Die Eiablage scheint in der Natur vorwiegend an die erwachsenen *Pseudococcus*-Weibchen, bevor diese mit der Bildung des Ovisacks beginnen, stattzufinden. Eine verhältnismäßig große Anzahl von Infektionsversuchen mit Tieren, die zu bereits gebildeten oder in der Bildung begriffenen *Pseudococcus*-Eiersäcken gesetzt wurden, verliefen ergebnislos, während unter 19 *Pseudococci*, die vor Beginn der Eiablage isoliert wurden, in 15 Fällen Gallmückenlarven erschienen (14. VI. 26), ähnlich bei einer zweiten Zuchtserie in 4 von 6 Fällen (24. VI. 26). Die Eier, deren Gesamtzahl pro Weibchen unbekannt ist, werden einzeln (zu 1—3) an die *Pseudococci*, in selteneren Fällen in die Eiersäcke, abgelegt. Die Dauer des Eistadiums kann nur ganz wenige Tage betragen. Die Larven fressen mit großem Eifer in den *Pseudococcus*-Eigelegen, die sie so gut wie gänzlich ausfressen. Sie finden sich stets am Grunde des Eigeleges. Von einem Eigelege, in dem sich 1—2 Gallmückenlarven befinden, schlüpfen höchstens ganz vereinzelte *Pseudococcus*-Larven. Die Eigelege



fallen ein und sehen nachher wie „vertrocknet“ aus. Bei Nahrungsmangel wurde mehrfach beobachtet, wie die Larve unter das sterbende *Pseudococcus*-Weibchen kriecht und dieses bis auf die Chitinhaut von unten her aussaugt. Die Gesamtbedarfszahl normal sich entwickelnder Larven an

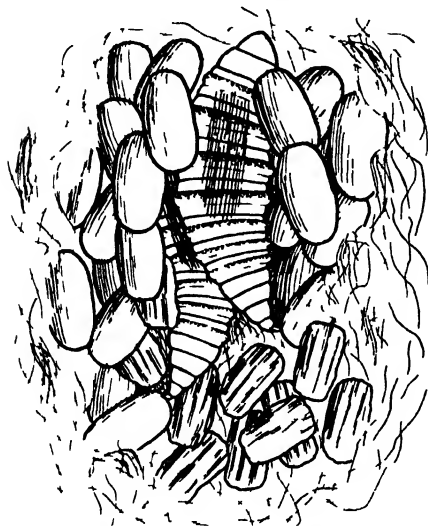


Abb. 19. Larve der *Cecidomyia* in *Pseudococcus*-Eigelege fressend.

*Pseudococcus*-Eiern beträgt gegen 100 Eier. Die Dauer des Larvenstadiums beträgt im Sommer und Herbst nur 3—5 Tage.

Als dann verkriechen sich die Larven und spinnen am Grunde des Eigeleges sich einen dünnen, aber festen Kokon, in dem sie im Herbst ca. 2 Tage unverändert liegen bleiben und sich dann zu der rotbraunen länglichen Puppe verwandeln.

Die Mücke selbst hat nur eine kurze Lebensdauer. Von 41 Imagines, deren Lebensdauer zwischen Juni und Oktober verfolgt wurde, lebten 12 Imagines 1 Tag, 20 Imagines 2 Tage, 8 Imagines 3 Tage, 1 Imago 4 Tage. Die mittlere Lebensdauer beträgt also ca. 2 Tage.

Copula und Eiablage haben wir nie beobachtet; wahrscheinlich finden sie beide nachts statt. Die Mücke schwirrt, besonders des Morgens in einem ganz eigenartigen ruhelosen, auf und ab tanzenden Fluge über die *Pseudococci* dahin.

## 2. Bemerkungen über die Entwicklungsgeschwindigkeit der *Cecidomyide*.

Die Tabelle 15 gibt die Gesamtentwicklungsdaten für über 400 Einzelaufzuchten an. Dabei wurde als Entwicklungsbeginn stets der auf das Einsetzen der Gallmücken folgende Tag gewählt.

Die Zahl der jährlichen Generationen ist im Laboratorium eine ganz beträchtliche und beträgt in der Küstenebene 16—17, d. h. das Doppelte der jährlichen Generationenzahl von *Pseudococcus citri*. Die Zahl der tatsächlichen Generationen in der Natur kann angesichts der kurzen Lebensdauer der Mücke selbst kaum weniger betragen. Selbst im Winter fällt die Entwicklungsdauer nicht unter  $1\frac{1}{2}$  Monate, während sie im Frühjahr bis Herbst nur  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  Monat ausmacht. Die Präovipositionsperiode muß sehr kurz sein und beträgt wahrscheinlich nur wenige Stunden.

Tabelle 15.

Lebensgeschichte von *Cecidomyide spec. inc.* in Palästina.

Nr.	Beginn der Entwicklung	Schlüpfen der Imagines	Entwicklungsdauer der ereschlüpften Imago in Tagen	Entwicklungsdauer der später schlüpfenden Imagines in Tagen	Zahl der abgelegten Pseudoskopen-Eierlege	Zahl d. Elterntiere	Zahl der geschlüpften Nachkommen
1.	21. IV. 27	10. V. 22	19	22 22 22 22 22 22 23 23	4	4	10
2.	22. IV. 27	16. V. 27	24	26 26 26	4	4	4
3.	21. IV. 27	12. V. 27	21	21 21	4	4	3
4.	22. IV. 27	11. V. 27	19	19 19 20 20 21 25 25 25 25 25 25 26	4	4	13
5.	22. IV. 27	12. V. 27	20	20 21 23	4	4	5
6.	22. IV. 27	12. V. 27	20	20 20 20 21 21 21 21	4	4	8
7.	25. IV. 27	15. V. 27	20	20 20 20 21 22 22 22 22 22 22 22 22	4	4	13
8.	25. IV. 27	13. V. 27	18	18 18 19 19	4	3	5
9.	26. IV. 27	12. V. 27	16	16 16	4	3	3
10.	26. IV. 27	13. V. 27	17	19 19 19 19 19 19	4	4	7
11.	27. IV. 27	15. V. 27	18	18 18 18 18 18 19	4	4	7
12.	26. IV. 27	12. V. 27	16	17 17 17 19 19 19	4	4	8
13.	26. IV. 27	12. V. 27	16	16 17 17 17 17 19 19 19 19 19 19 19 19 20	4	3	15
14.	28. IV. 27	15. V. 27	17	17 17 17 17 18 18 18 18 18 18	4	4	11
15.	28. IV. 27	15. V. 27	17	17 18	4	4	3
16.	2. V. 27	17. V. 27	14	14 15 15 15 15 17 19 19 19 19	4	4	11
17.	2. V. 27	16. V. 27	13	14 15 15 15 15 16 16 16 19	4	4	10
18.	2. V. 57	18. V. 27	15	15 15 15 15 15 15 16	4	3	8
19.	4. V. 27	18. V. 27	13	13	4	4	2
20.	4. V. 27	17. V. 27	12	13 14 14 14 14 14 14 15 17 17 18 18	4	3	13
21.	21. IV. 27	11. V. 27	20	20 21 21 21 21 21 21 21 21	5	4	10
22.	21. IV. 27	10. V. 27	19	19 19 19 19 22 22 25 27 27 27	5	5	11
23.	21. IV. 27	11. V. 27	20	20 20 20 21 21 21	4	4	7
24.	22. IV. 29	11. V. 27	19	20 20 20 20 20 23 23 23 23 25 25 25 25 25	5	4	16
25.	5. V. 27	18. V. 27	12	13 13 14 14 14 14 14 16 16	4	4	10
26.	5. V. 27	18. V. 27	12	13 16 18	4	4	4
27.	5. V. 27	18. V. 27	12	12 13 14 16 16 16 17	4	3	8
28.	6. V. 27	23. V. 27	16	17	3	3	2
29.	8. V. 27	20. V. 27	11	12 12 12 12 12 15 15 15 16 16 16	4	3	11
30.	9. V. 27	19. V. 27	9	10	4	3	2
31.	9. V. 27	22. V. 27	12	12 17	4	3	3
32.	10. V. 27	22. V. 27	11	11 11 11 11 11 11 11 12 13 13 15 17 17 17 17	4	3	18
33.	31. V. 27	16. VI. 27	15	15 17 18	4	5	4
34.	31. V. 27	13. VI. 27	12	12 12 12 13 18	4	5	6
35.	31. V. 27	14. VI. 27	13	16 16	4	4	3

Nr.	Beginn der Entwicklung	Schlüpfen der Imagines	Entwicklungsdauer der erstgeschlüpfen Imago in Tagen	Entwicklungsdauer der später schlüpfenden Imagines in Tagen	Zahl der abgelegten Pseudokoklen- Eigelege	Zahl d. Elterntiere	Zahl der geschlüpfen Nachkommen
36.	31. V. 27	13. VI. 27	12	13	4	5	2
37.	31. V. 27	13. VI. 27	12	13 15 15	4	5	4
38.	31. V. 27	16 VI. 27	15	15 17	4	6	3
39.	31. V. 27	16 VI. 27	15	16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16 16	4	6	14
40.	31. V. 27	16. VI. 27	15	16 16 16 17	4	5	5
41.	31. V. 27	17. VI. 27	16	16 16 17 17 18	4	5	6
42.	22. V. 27	8. VI. 27	13	13 13 14 14 14 14 14 14 14 14 16	6	6	12
43.	8. VI. 27	22. VI. 27	13	13 13	6	12	3
44.	9. VI. 27	23. VI. 27	13	13 13	3	5	3
45.	9. VI. 27	23. VI. 27	13	13 13	3	5	3
46.	9. VI. 27	24. VI. 27	14	14 15	3	5	3
47.	9. VI. 27	24. VI. 27	14	14 14 14 14 15 15 16	3	5	8
48.	9. VI. 27	24. VI. 27	14	14 14 14 14	3	5	5
49.	9. VI. 27	23. VI. 27	13	13 13	3	13	3
50.	30. VI. 27	14. VII. 27	13	13 13	4	4	3
51.	11. VII. 27	26. VII. 27	14	14 14 14	4	4	4
52.	20. VII. 27	31. VII. 27	10		4	5	1
53.	20. VII. 27	31. VII. 27	10	11	8	13	2
54.	26. VII. 27	7. VIII. 27	11	11 11	4	7	3
55.	26. VII. 27	8. VIII. 27	12	12 12 12 12 13 13 13	4	7	8
56.	26. VII. 27	8. VIII. 27	12	12 13	5	5	3
57.	26. VII. 27	7. VIII. 27	11	11 14 15 17 17 17 17 17	6	4	9
58.	26. VII. 27	7. VIII. 27	11	11 11	5	4	3
59.	18. VIII. 27	31. VIII. 27	12	12 13	5	4	3
60.	18. VIII. 27	31. VIII. 27	12	12 12	4	4	3
61.	25. IX. 27	12. X. 27	16		4	6	1
62.	24. X. 27	13. XI. 27	19	20 20 21	3	4	4
63.	16. XI. 27	27. XII. 27	40	44	3	4	2
64.	18. XI. 27	1. I. 28	42	42 42	4	5	3
65.	21. XII. 27	8. II. 28	43		3	3	1

Die durchschnittliche Entwicklungsdauer in den einzelnen Monaten gibt die Tabelle 16 wieder.

Tabelle 16. Entwicklungsdauer der Gallmücke.

Monat	Entwicklungsdauer in Tagen			Zahl der Zuchten
	Durchschnitt	Minimum	Maximum	
IV. 27 . .	20,5	16	27	160
V. 27 . .	14,6	9	19	163
VI. 27 . .	13,7	13	16	31
VII. 27 . .	15,3	10	17	33
VIII. 27 . .	12,2	12	13	6
IX. 27 . .	16,0	—	—	1
X. 27 . .	20,0	19	21	4
XI. 27 . .	42,0	40	44	5
XII. 27 . .	45,0	—	—	1

Als Ausgangsformel für die Berechnung der Temperaturentwicklungskurve dient uns:

$$40 \text{ Tage } (15,9^{\circ} \text{C} - c^{\circ} \text{C} = 10 \text{ Tage } (27,3^{\circ} \text{C} - c^{\circ} \text{C}))$$

$$c = 12,1^{\circ} \text{C}$$

$$\text{Th C} = 152^{\circ}$$

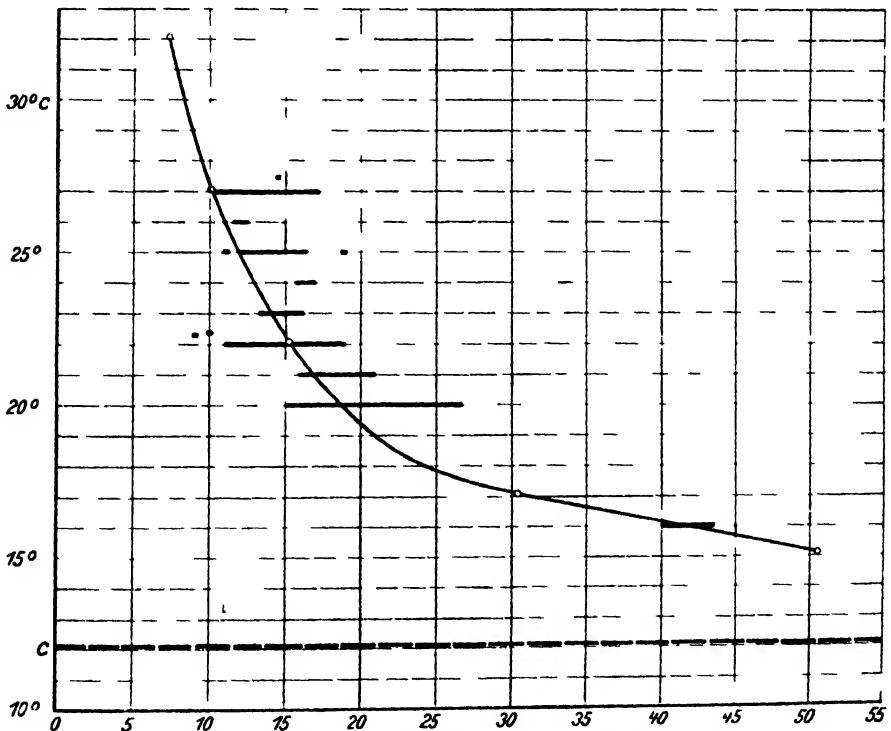


Abb 20 Temperaturentwicklungskurve der *Cecidomyia spec.* in

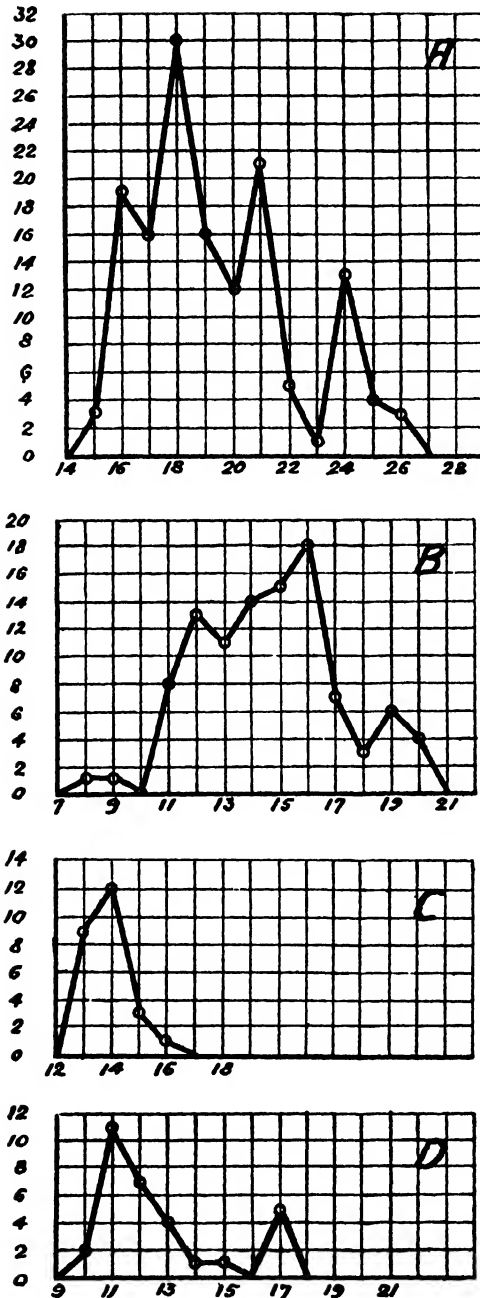


Abb. 21.

Streuung der Schlüpfzeiten verschiedener Generationen von *Cecidomyia spec. inc.* bei verschiedener Entwicklungsdauer. A Eiablage vom 21.—28. IV. 1927. B Eiablage vom 2. bis 10. V. 1927. C Eiablage vom 20.—26. VI. 1927. D Eiablage vom 9. VI. 1927.

Kurvenabb. 20 zeigt uns die so errechnete Hyperbel und wir sehen, daß diese auch hier wieder eine für praktische Zwecke ausreichend genaue Kurve ergibt. Auch hier möchte ich nochmals auf die Erscheinung verweisen, daß die Schlüpfdauer einer Generation umso kürzer ist, je kürzer die allgemeine Entwicklungsdauer ist, und umso verzettelter, je länger diese (Abb. 21).

### 3. Über die beschränkenden Faktoren.

Begrenzende Faktoren biotischer Art sind uns bisher nicht bekannt geworden, weder Parasiten noch Raubinsekten. Lediglich Kannibalismus mag gelegentlich auftreten, wenn zu viele Gallmückenlarven sich in einem *Pseudococcus* - Eigelege vorfinden. Vereinzelt mag eine *Cecidomyiden*larve auch *Symphrobium amicis* zum Opfer fallen. Die Zahl der so ausfallenden Nachkommen ist aber wahrscheinlich nur ganz gering. Die Tendenz der Weibchen, ihre Eier nur einzeln an die Wirtstiere abzulegen, wäre auch jeder stärkeren biotischen Dezimierung hinderlich. Parasiten der *Cecidomyide* sind uns nicht bekannt geworden. Andererseits zeigt uns Tabelle 17 und Abb. 22 deutlich, welchen verheerenden Einfluß die Hitze der Sommermonate auf die Vermehrungsquote dieser Insekten hat. Der Quotient  $\frac{\text{Nachkommen}}{\text{Eltern}}$  fällt von 2,16 im Frühjahr bis auf 0,44

und weniger im Hochsommer und Frühherbst. Im Spätherbst folgt dann wieder ein Anstieg der Vermehrungsquote auf 1,33. Frühjahr und Herbst also bieten günstige klimatische Entwicklungsbedingungen für die Cecidomyide, Sommer und Winter sind letal für sie. Die schwache Frühjahrs-

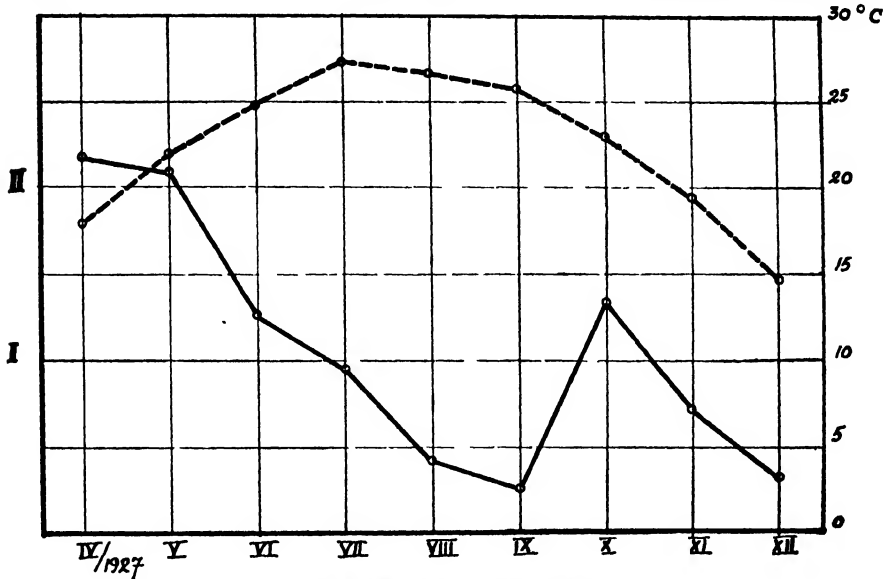


Abb. 22. Mortalitätskurve der *Cecidomyide spec. inc.*  
 - - - - Durchschnittstemperatur (rechte Ordinate).  
 — Vorhältnis  $\frac{\text{Nachkommen}}{\text{Eltern}}$  in den Zuchten des betreffenden Monats (linke Ordinate).

vermehrung in der Natur steht wohl mit dem Fehlen von Nahrung zu dieser Zeit in Verbindung, sodaß nur die Herbstvermehrung zu einer epidemiologischen Auswertung kommt.

Tabelle 17.

Über Mortalität und Vermehrungsquote bei der Cecidomyide in den einzelnen Monaten.

Monat	Produktionsrate		Nachkommen
	Nachkommen	von Eltern	Eltern
IV. 27 . . .	160	74	2,16
V. 27 . . .	151	77	2,09
VI. 27 . . .	28	22	1,27
VII. 27 . . .	31	32	0,97
VIII. 27 . . .	6	9	0,44
IX. 27 . . .	1	4	0,25
X. 27 . . .	4	3	1,33
XI. 27 . . .	5	7	0,71
XII. 27 . . .	1	3	0,33

#### 4. Praktische Erfahrungen im Kampf gegen *Pseudococcus citri* in Palästina.

Wohl infolge ihrer klimatischen Empfindlichkeit ist die Cecidomyide nur sehr schwer in größeren Massen künstlich zu ziehen. Im folgenden Abschnitt ist angegeben, wie man bei stärkerem Auftreten auch diese Insekten zum biologischen Kampf gegen *Pseudococcus* nutzbar machen kann. Seiner Dauerzucht steht die Schwierigkeit der Aufzucht entgegen. In zwei Fällen wurden größere Mengen parasitierter *Pseudococcus*-Eipakete ausgesetzt mit ganz überraschend gutem und schnellem Erfolge. Für lokale, ganz besonders schwere Massenvermehrungen von *Pseudococcus* sollte daher eine Verwendung der Cecidomyide stets erwogen werden; doch ist dabei zu bedenken, daß erst im September/Okttober mit Erfolg an ein solches Aussetzen der Gallmücke gedacht werden kann.

#### 5. Die Technik der Gallmückenzucht.

Gallmücken-Einzelzuchten lassen sich am besten in Reagenzgläsern ausführen. Schon aus dem Grunde, weil das Einfangen, Umsetzen, Entfernen und Beobachten so kleiner, schnell fliegender Insekten in jedem größeren Glase recht schwierig ist. Wir versuchten auch, nachdem die Reagenzglaszuchten immer nur zu einem gewissen Prozentsatz glückten, Zuchten in kleineren Zuchtgläsern. Doch auch hier war der Prozentsatz der geschlüpften Tiere nicht größer als in Reagenzgläsern.

Ein größerer Teil der *Pseudococcus*-Eigelege in unseren Zuchtkästen oder Zuchtgestellen ist von vornherein durch Gallmückenlarven infiziert, z. B. fanden sich bei einer Untersuchung von 50 Eigelegen (4. XI. 25) fast 50% von diesen Gallmückenlarven. Will man also mit einwandfreiem Ausgangsmaterial arbeiten, so darf man nur *Pseudococci* verwenden, die von ihrem Eistadium ab dauernd isoliert gehalten worden sind.

Wie gesagt glücken immer nur wenige von den Reagenzglaszuchten. Dabei setzen wir immer 3—4—6 legreife *Pseudococci* mit 4—5 frisch geschlüpften Gallmücken in ein Glas. Zum Ansetzen der *Pseudococci* tut man am besten noch ein kleines Stück Citrusblatt oder Stengel mit ins Glas.

Zunächst einige Zahlen über das Ergebnis von Infektionen, wo nur *Pseudococci* von Reinzuchten verwandt wurden, in Reagenzgläsern:

15.	V. 27	von 10	Zuchten	geglückt:	0
31.	V. 27	" 5	"	"	: 1
9.	VI. 27	" 5	"	"	: 1
21.	VI. 27	" 8	"	"	: 0
18.	VIII. 27	" 4	"	"	: 2

kleineren Zuchtgläsern:

22.	V. 27	von 5	Zuchten	geglückt:	1
15.	VII.— 5.	VIII. 27	" 10	"	: 0

---

47

4 = 8,51%

Dazu zum Vergleich die entsprechenden Zahlen bei Zuchten, wo als Ausgangsmaterial *Pseudococci* aus den Zuchtkästen dienten, bei denen mithin (s. oben) immer die große Wahrscheinlichkeit der vorherigen Infektion besteht.

In den Monaten	Zahl der Zuchten	geglückt
I.— II. 27 . . . .	14	1
IV.— V. 27 . . . .	35	32
VI.— VII. 27 . . . .	32	14
IX.— X. 27 . . . .	13	5
XI.— XII. 27 . . . .	12	3
	<hr/> 106	<hr/> 55 = 50,88%

Dazu ist zu bemerken, daß von Ende Mai an besonders wirksame Bekämpfungsmaßnahmen gegen die Gallmücke in den Zuchtschränken (s. unten) begonnen worden waren. Die Zahl der Gallmücken-Imagines ging seitdem in den Schränken erheblich zurück. Trotzdem vermitteln auch diese Zahlen ein ungefähres Bild vom Auftreten der Gallmücke.

Die zur Zucht verwandten Gallmücken (Elterntiere) müssen frisch geschlüpft sein.

Unter den einzelnen *Pseudococcus*-Eigelegen schlüpften 8 mal nur je eine Gallmücke und 9 mal 3 Gallmücken (VI.—VII. 27). Fast immer war nach dem Schlüpfen der Gallmücken das *Pseudococcus*-Eigelege völlig zerstört. Nur selten schlüpften einige wenige *Pseudococci*.

Das Aussetzen von Gallmücken in Pardessim zur Bekämpfung der *Pseudococci* geschieht auf folgende Weise: Man legt von Mai an Wellpappen zwischen die Kartoffeltriebe der *Pseudococcus*-Kästen. Die *Pseudococci* kriechen zur Eiablage gerne auf diese Papiere. Bei sehr zahlreichen Untersuchungen der so abgelegten Eihaufen fanden sich die meisten von der Gallmücke infiziert. Diese Papiere heftet man dann zwischen die Befallstellen an den Orangenbäumen.

#### Bekämpfung der Gallmücken in den Zuchtschränken.

Falls die *Cecidomyide* sich in den Zuchtkästen stärker vermehrt, ist der *Pseudococcus*bestand in Frage gestellt und damit auch die Aufzucht der dort gezogenen Nutzinsekten (z. B. *Symphrophobius*). Alsdann muß man die *Cecidomyiden* in den Zuchtkästen bekämpfen.

Eine ganz wesentliche Hilfe bietet uns das Bestreichen der Zuchtkastenfenster mit einem leichten Ölüberzug. Nach unseren Beobachtungen schlüpft die Mehrzahl der Gallmücken in der Nacht. Sie sind phototrophisch und fliegen am Morgen aus dem dunkleren Inneren der Kästen zum Licht und fangen sich an den Glasfenstern. Die noch übrigen fängt man leicht durch Dagegenschlagen mit der offenen ölbestrichenen Hand. Das Wegfangen muß man in den Morgenstunden 1—2 mal wiederholen. Später pflegen dann keine Gallmücken mehr zu erscheinen. Gegen die in offenen Zuchtkästen auftretende Gallmücke kann man sich in beschränktem Masse ebenso durch Wegfangen mit der ölbestrichenen Hand helfen.



### V. *Leptomastidea abnormis* (Girault).

Im Sommer erhielten wir gelegentlich aus *Pseudococcus*-Zuchten in maßiger Anzahl eine kleine Encyrtide, die von Dr. Masi-Genua als obige Art bestimmt wurde. Die verwickelte Synonymie dieser Art ist vor kurzem von G. Mercet (1924) geklärt worden. Sie lautet:

*Leptomastix* sp. Viereck 1915

*Paraleptomastix abnormis* Girault 1915

*Leptomastidea aurantiaca* Mercet 1916 und 1921

*Paraleptomastix abnormis* H. S. Smith 1917

*Tanaomastix abnormis* Timberlake ca. 1920.

Das ursprünglich auf Sizilien entdeckte, an ihren schon gebänderten Flügeln und der sonderbaren Flügelhaltung leicht erkennbare Schlupfwespechen

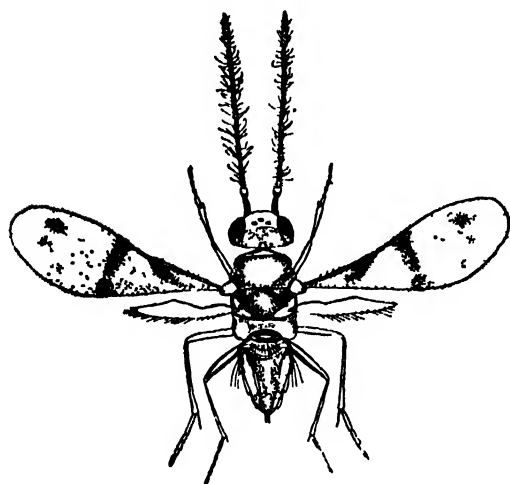


Abb 23 *Leptomastidea abnormis* Gir. (nach Mercet)

wurde später in Spanien und Japan aufgefunden und 1915 nach Nordamerika, später nach Hawai und Australien zur *Pseudococcus*-Bekämpfung eingeführt. Es ist innerhalb des Genus *Pseudococcus* polyphag. In Kalifornien hat man seine Massenzucht erfolgreich durchgeführt, doch reichen deren Erfolge offenbar bei weitem nicht an die des *Cryptolaemus* heran. Wahrscheinlich liegt die Ursache hierfür in einer größeren klimatischen Empfindlichkeit der Schlupfwespe, die auch

ihr natürliches Auftreten in Palästina so sporadisch macht. Da wir zur selben Zeit bereits in *Sympherobius amicus* einen zuverlässigen *Pseudococcus*-Parasiten gefunden hatten, unterließen wir Massenzuchten von *Leptomastidea abnormis*, die ja in Palästina schon vorhanden war. Unter ihr günstigen Bedingungen wird sie noch sicher gelegentlich auch ohne künstliche Vermehrung sich nützlich betätigen. Es dürfte nicht leicht sein, sie zu jeder Jahreszeit in größerer Menge zu züchten.

### Literatur.

- Mercet, R. G., Los Géneros „*Leptomastidea*“, „*Callipteroma*“ y „*Gyranus*“. Bol. R. Soc. Espan de Hist Nat XXIV 1924. S 252—260
- Smith, H. S., and Armitage, H. M., Biological Control of Mealybugs in California. Month. Bull. Calif. State Dept. Agric. IX. 1920. S 104—148.

## VI. Verschiedene Parasiten geringerer Bedeutung.

Von anderen gelegentlichen Parasiten von *Pseudococcus citri* sei noch ein nematoceres Dipter, wohl auch eine *Cecidomyide*, erwähnt. Die 1,5 mm lange Mücke erscheint besonders im Herbst und ähnelt der zuvor erwähnten *Cecidomyide* sehr in ihrem Verhalten.

Ihre Individuenzahl hingegen war stets gering. Kopf, Pro- und Mesonotum sind dunkelbraun, Metathorax und Schildchen schwarz, Abdomen blaßgelblich-schwärzlich, ebenso die Beine und die drei dicken Flügeladern und Halteren. Der Körper ist mit zahlreichen schwärzlichen Haaren besetzt. Auch diese Art konnte bisher nicht determiniert werden. Auftreten besonders September und Oktober. Ihre Entwicklungsdauer in dieser Zeit beträgt 13—16 Tage.

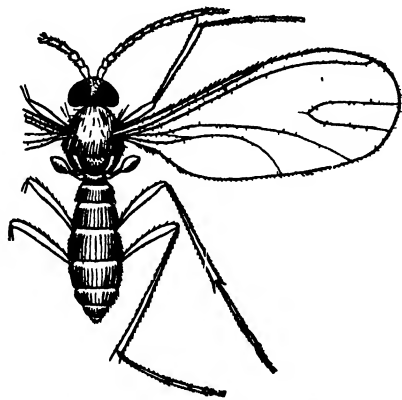


Abb. 21. *Cecidomyide* spoc. inc. secunda.

Gleichzeitig mit dieser Art erschien vereinzelt *Leucopis* sp. in den Zuchten, doch ebenfalls stets in ganz geringer Anzahl.

Von Coccinelliden ist besonders *Chilocorus bipustulatus* hervorzuheben, der jedoch epidemiologisch ohne Bedeutung ist.

Die Raubmilbe *Pediculoides ventricosus* ist verschiedentlich, besonders im Herbstende in unseren Zuchten aufgetreten, und in der betreffenden Einzelzucht gelangte dann in der Regel keine der *Pseudococcus*-Larven zur Geschlechtsreife und Eierablage.

## VII. Allgemeines zur Methodik der biologischen Bekämpfung.

Bezüglich der Einführung von Parasiten aus ähnlichen Klimaten zeigt das Beispiel von *Cryptolaemus montrouxieri* deutlich: Wenn eine vorherige Aufstellung der Abhängigkeit der Mortalität von klimatischen Faktoren bestanden hätte, so wäre ein praktischer Versuch der Einbürgerung in epidemiologischem Sinne von vornherein als wahrscheinlich aussichtslos gekennzeichnet gewesen. Wenn auch ein so krasses Ergebnis wie die zurzeit noch völlig unsichere Tatsache der dauernden Einbürgerung in Palästina und Ägypten nicht erwartet werden konnte, so hätte das vorauszusehende epidemiologische Versagen genügt, um einen aussichtslosen Versuch zu verhindern. Das Studium der Klimaabhängigkeit in bezug auf Entwicklungsgeschwindigkeit wie auf Mortalität, für die in dieser Arbeit leicht gangbare Methoden aufgezeigt wurden, stellt also keinen wissenschaftlichen Luxus dar, sondern bietet erst die Unterlagen für die Berechnung eines

voraussichtlichen oder möglichen Erfolges an anderen Orten. Schon aus diesem Grunde sollte das Studium dieser Probleme viel intensiver als bisher gepflegt werden. Daß daneben lokal wirksame begrenzende Einflüsse berücksichtigt werden müssen, ist selbstverständlich.

Für die Aufstellung der Hyperbelkurven wurden in der vorliegenden Arbeit nicht die optimalen Daten, sondern das epidemiologische Mittel zugrunde gelegt. Dieses ist identisch mit dem arithmetischen Mittel aller bei derselben Temperatur erhaltenen Zuchtwerte. Die Zugrundelegung des epidemiologischen Mittels entspricht der natürlichen Massenbewegung in der Natur besser als die Benutzung der optimalen Werte.

Eine wichtige Schlußfolgerung aus dem vorliegenden Material liegt nahe. Wir sehen, daß bezüglich einer biologischen Bekämpfung von *Pseudococcus citri* die natürlichen Verhältnisse in Palästina denkbar günstig liegen und daß trotzdem eine epidemiologisch wesentliche Verminderung der Pseudococcen-Zahl durch die Parasiten erst im Herbst erfolgt, nachdem schon viel Schaden angerichtet ist, ja daß sogar lokal beträchtlicher Schaden im Herbst nicht verhütet wird. Erst eine künstliche Verschiebung des Zahlenverhältnisses Schädling: Parasit bringt diesen zum Aufhören. Dieses Verhalten ist kein Einzelfall, sondern für gemäßigte und subtropische Klimato, die durch untereinander stark verschiedene Jahreszeiten charakterisiert sind, geradezu typisch. Die starke Mortalität von Schädling und Parasit im Sommer oder Winter, in der Trocken- oder in der Regenzeit oder in beiden, bedingt normalerweise einen neuen Start in der Massenvermehrung Jahr für Jahr. Nur bei klimatisch besserer Anpassung der Parasiten hat dieser Aussicht, den Schädling im Jahresverlauf stark zu dezimieren. Warmes Klima mit der Ermöglichung einer höheren Generationenzahl kommt im allgemeinen dem Parasiten zugute.

Ein warmes Klima, das keine Jahreszeiten kennt, erscheint also für die wirksame Tätigkeit von Parasiten am geeignetsten. Ein solches Klima bieten z. B. die Hawai-Inseln, von denen so viele Erfolge von Parasiten gemeldet werden. Die Temperatur- und Regenmengen-Durchschnitte der einzelnen Monate betragen (nach Hann, Handbuch der Klimatologie II S. 296 f 1910):

	I	II	III	IV	V	VI
Temperatur (Honolulu) . . . .	21,2	21,3	21,7	22,6	23,5	24,5°C
Regenmenge in Prozentsätzen der Gesamtjahresmengen . . . .	12	11	10	8	7	4
	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Temperatur . . . . .	25,0	25,3	25,1	24,4	23,1	21,6°C
Regenmenge in % . . . . .	7	5	6	7	12	11

Die insulare Lage bedingt eine verhältnismäßig sehr gleichmäßige relative Luftfeuchtigkeit. Jahreszeitliche Gegensätze bestehen also nur in ganz geringem Ausmaße. Unberührt an dieser Frage bleibt zunächst der Parasitenimport von neu eingeführten Schädlingen.

Andere Klimate werden sich, wenn es sich um Bekämpfung von Schädlingen landwirtschaftlicher Kulturpflanzen handelt, nicht mit der Einführung und Einbürgerung von Parasiten begnügen dürfen. Die dauernde künstliche Massenaufzucht der eingebürgerten Parasiten und ihre jährliche Aussetzung in die gefährdeten Gebiete ist die Voraussetzung für einen Erfolg in der biologischen Bekämpfung. Die Bekämpfungspraxis in Kalifornien, die größte, die wir heute überhaupt haben, handelt bereits seit Jahren nach diesem Grundsatz.

## Zusammenfassung.

1. Die Schildlaus *Pseudococcus citri* Risso ist in Palästina ein gefährlicher Schädling des Orangenbaues. Neben dem direkten durch Verfärbung und Fruchtfall angerichteten Schaden, der vorwiegend im Spätsommer und Herbst stattfindet, kommt sie wenigstens sekundär bei dem Junifall der ganz jungen Früchte in Frage. Die junge Larve saugt zwischen Fruchtnabe und Frucht und schwächt dieselbe. Diese Früchte sind bei Eintritt allgemeiner physiologischer Störungen besonders zum Fruchtfall disponiert. *Pseudococcus citri* hat in der Küstenebene Palästinas 7—8 jährliche Generationen, deren kürzeste im Durchschnitt 4 Wochen dauert. Im Winter besteht eine deutliche Neigung zum aktiven Wandern in den Boden, wo vor allem an den Wurzeln von *Polygonum* u. a. eine Entwicklung stattfindet. Auch *Pseudococcus vitis* Niedl. scheint mit *Pseudococcus citri* identisch zu sein. Im Winter und Hochsommer wird die Zahl der *Pseudococci* reduziert.

2. Die Einbürgerung der Coccinellide *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. in Palästina ist vom epidemiologischen Standpunkt als mißglückt anzusehen. Die Zahl der jährlichen Generationen beträgt in der Küstenebene 6. Die Trägheit des Tieres bei der Nahrungssuche sowie die starke Mortalität von *Cryptolaemus montrouzieri* im Winter wie im Hochsommer sind hierfür in erster Linie verantwortlich. Von keiner der ausgesetzten Kolonien konnte eine Einbürgerung festgestellt werden, obwohl die Zahl der ausgesetzten Kolonien diejenige, mit der eine Einbürgerung in der Riviera an mindestens 5 Punkten gelang, weit übertrifft. Auch aus Ägypten liegen ähnliche Erfahrungen vor, trotzdem hier bereits über  $\frac{1}{4}$  Million Käfer im Verlaufe von 7 Jahren ausgesetzt wurde. Eine Erklärung für diesen Mißerfolg wird gegeben.

3. Die bisher aus Funchal und Palästina bekannte Hemerobiide *Symphorobius amicus* Nav. erfüllt alle Vorbedingungen, die an einen wirksamen Parasiten zu stellen sind: Sie ist an das Klima angepaßt, sogar besser als der Schädling, gegen den sie wirken soll. Sie hat dieselbe Generationenzahl wie ihr Wirt, aber eine wesentlich höhere Eizahl. Sie ist sehr aktiv und vermag sich ihre Nahrung leicht selbst aufzusuchen. Ihr Entwicklungsnullpunkt liegt nur um ein Geringes über dem des Wirtes. Endlich sind keine Hyperparasiten von *Symphorobius amicus* aus Palästina

bekannt geworden. Ihre Zucht ist leicht und dankbar. Unter diesen Umständen ist sie als idealer Parasit für eine biologische Bekämpfung von *Pseudococcus citri* in Palästina zu betrachten. Bekämpfungsversuche in größerem Maßstabe ergaben sehr befriedigende Resultate.

4. Die Larven einer noch unbestimmten *Cecidomyiide* erscheinen häufig in den Eigelegen von *Pseudococcus citri* und fressen diese völlig aus. Vom Mai bis Oktober entwickelt sich eine Generation in 10—20 Tagen; die Gesamtzahl der jährlichen Generationen beträgt mindestens 16—17. Ihre Aufzucht ist jedoch schwer und sie ist empfindlich gegenüber klimatischen Faktoren, besonders Kälte und Feuchtigkeit. Trotzdem erscheint sie gelegentlich für eine biologische Bekämpfung geeignet, besonders im Sommer und Herbst, wenn sie spontan in den Massenzuchten erscheint.

5. Als Parasiten von geringerer Bedeutung wurden *Leptomastidea abnormis* (Gir.), *Leucopis* sp., *Diptera nematocera* incert. sedis, die Coccinellide *Chilocorus bipustulatus*, sowie die Milbe *Pediculoides ventricosus* beobachtet.

6. Die durch die Temperaturentwicklungskurve und das Mortalitätsdiagramm gegebenen Daten ermöglichen eine Voraussage über die klimatischen Aussichten der Akklimatisation eines Schädlings. In Gegenden mit klimatisch gegensätzlichen Jahreszeiten genügt die Einbürgerung eines Parasiten nicht. Um einen wirksamen Bekämpfungseffekt zu erzielen, müssen die Parasiten jährlich aus künstlichen Massenzuchten in die gefährdeten Distrikte verteilt werden.

### Literatur.

1. Berlese, A., Le Cocciniglie italiane vivanti sugli agrumi. Parte I. Rivista di Patologia vegetale II. 1893. S. 70—109, 129—193. T. III—V.
2. Bodenheimer, F. S., Contributions towards the knowledge of the Citrus Insects in Palestine. I. Palestine Citrograph I. 1928. Nr. 5 und 6.
3. — — Klima und landwirtschaftliche Entomologie. Zeitschr. für angew. Entomologie XII. 1926. S. 91.
4. — — Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentralblatt 4. 1928. S. 714—739.
5. — — The Coccidae of Palestine. Bull. 1. P. Z. O. Agric. Exper. Stat. 1924. Tel Aviv. 100 S.
6. Clausen, C. P., Mealy Bugs of Citrus Trees. Agric. Exper. Sta. Berkely, California. Bull. 258. 1915.
7. Hall, W. J., The introduction of *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. into Egypt. Bull. Entom. Research XVII. 1927. 385—392.
8. Mangin et Vialla, La Phthiriose de la vigne. Revue de Viticulture. Paris 1913.
9. Marchal, P., Utilisation d'une Coccinelle australienne (*Cryptolaemus montrouzieri* Muls.) dans la lutte contre les Cochenilles blanches et son introduction en France. Annales des Epiphyties VIII. 1922. S. 1—2.
10. Pariser, K., Beiträge zur Biologie und Morphologie der einheimischen Chrysopiden. Inaug.-Diss. Berlin 1919. 57 S.
11. Poutiers, R., L'acclimatation de *Cryptolaemus montrouzieri* Muls. dans le midi de la France. Annales des Epiphyties VIII. 1922. S. 3—18.
12. Prinz, J., Beiträge zur Biologie und Bekämpfung der Rebschädlinge und zur künstlichen Befruchtung der Reben. Tiflis 1925. 117 S.
13. Smith, H. S. and Armitage, H. M., Biological Control of Mealy bugs in California. Monthly Bulletin Calif. State Dept. of Agric. IX. 1920. S. 103—158.
14. Stellwaag, F., Methoden der biologischen Bekämpfung schädlicher Insekten im Pflanzenschutz. Aus: Abderhalden, Handbuch der Biol. Arbeitsmethoden. 1926.
15. Wildermuth, V. L., California Green Lacewing Fly. Journ. of Agric. Res. VI. 1919. S. 515—525.

# Zur Begiftung des Kiefernspanners (*Bupalus piniarius* L.) in der Oberförsterei Hersfeld-Ost 1926.

Bericht über diesbezügliche Untersuchungen im zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Hann. Münden.

Von

L. Rhumbler, Hann. Münden.

(Mit 3 Textabbildungen und 6 Tabellen.)

Vom 11.—19. August 1926 wurden in den Oberförstereien Hersfeld-Ost (Oberförster Kolster) und Wildeck (Oberförster Scherer) der Forstinspektion Kassel-Hersfeld Arsenflugbestäubungen (Silesia Kalziumarsenat 40%, Arsensäure mit CaO in chemischer Bindung) gegen den Kiefernspanner vorgenommen.

Über die Ausdehnung, die Vorgeschichte der Kalamität und die Ausführung der Bestäubung in Hersfeld-Ost hat Kolster bereits einen mustergültigen Bericht veröffentlicht<sup>1)</sup> und er hat auch die von ihm gesammelten Erfahrungen in einem Flugblatt<sup>2)</sup> zusammengefaßt.

In der Oberförsterei Wildeck wurde am 17. August ein Bestäubungsflug unternommen; das abgestäubte Gift wurde aber in der Nacht vom 17. auf 18. August durch starken Regen restlos abgewaschen. Auch am 18. August nachmittags zwischen 5 und 7 Uhr wurden 16 Blechtonnen des Giftes auf die Fraßflächen abgestreut, die aber gleichfalls durch einen nachts darauf in der Frühe zwischen 5 und 5 Uhr 30 niedergegangenen Platzregen wieder abgeschwemmt wurden, so daß sich in der Wildecker Oberförsterei in der Folge keine merkbaren Einflüsse der Begiftung zeigten.<sup>3)</sup> Bei den Bestäubungen der Oberförsterei Hersfeld-Ost wurde auf meinen Wunsch in Meckbach-Süd ein etwa 10 ha großer, stark befallener Bestand,

<sup>1)</sup> Kolster, Bekämpfung des Kiefernspanners in der Oberförsterei Hersfeld-Ost vom Flugzeug aus, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdw. 59. Jahrg. S. 237—251. 1927.

<sup>2)</sup> Kolster, Bekämpfung des Kiefernspanners durch Arsenbestäubung. Forstliche Flugblätter des Verlags Neumann (Neudamm). Nr. 24.

<sup>3)</sup> Auch in der Oberförsterei Hersfeld-Ost waren am 11. und 12. August starke Regen störend eingefallen, die beregneten Flächen wurden hier aber ein zweites Mal bestäubt (Kolster, l. c. S. 243).

der rings von Buchen- und Fichtenbeständen umgeben war und etwa 7 km abseits von dem Hauptfraßgebiet liegt (Kolster, loc. cit. S. 240), von der Begiftung ausgeschlossen.

Das zoologische Institut der Fortlichen Hochschule in Münden hatte die Untersuchung der biologischen Seite der Bekämpfung übernommen,<sup>1)</sup> und erhielt demgemäß von den beiden genannten Oberförstereien diesbezügliches Material in dankenswerter Weise zugesandt; auch die, derselben Forstinspektion zugehörige Oberförsterei Heringen (Oberförster Graefe), in der gleichfalls ein stärkerer Spannerfraß herrschte, in der aber nicht begiftet worden war, beteiligte sich an diesen Sendungen in entgegenkommender Weise.

Bei diesen Sendungen kam trotz Beigabe von Kiefernzweigen und sorgfältiger Verpackung, auf die die Oberförstereien von Anfang an besonderen Wert gelegt hatten, ein großer Prozentsatz der Raupen  $53,8 \pm 5,0\%$ <sup>2)</sup> (Tabelle III, B Zeile 7) im bereits abgestorbenen Zustande hier an,<sup>3)</sup> trotzdem unter Vermeidung des Sonntags die Transporte schon am folgenden Tage nach der Absendung hier anlangten.

Die Tatsache, daß auch die Transporte aus unbegifteten Distrikten den ungefähr gleich hohen Prozentsatz (48,8%; Tabelle III, B Zeile 1) von abgestorbenen Raupen aufwiesen, im Verein mit der Erfahrung, daß auch sonst die Kiefernspannerraupen in mancher Beziehung schwieriger zu behandeln sind<sup>4)</sup> als viele andere Raupen, läßt es bei Kiefernspanner noch mehr als bei anderen Schädlingen wünschenswert erscheinen, etwa in Zukunft beabsichtigte Untersuchungen größeren Maßstabs, wenn immer nur möglich im Fraßgebiet selbst an fliegenden Stationen vorzunehmen, die ihre Apparaturen auf möglichst bequeme Transportfähigkeit einzurichten hätten und staatlicherseits vielleicht als Einquartierungen in fiskalischen Gebäuden oder in privaten Häusern unterzubringen wären. Dies hätte außer der Umgehung einer Schwächung und Dezimierung der Raupen durch die Länge des Transportes den großen Vorteil, daß die Laboratoriumsresultate an Ort und Stelle sofort mit den Verhältnissen im Freien verglichen werden können, und daß den Versuchsräupen von Anfang eine fachmännische Behandlung und Aufsicht zu teil werden könnte.

<sup>1)</sup> Die vorliegende Mitteilung entstammt einem diesbezüglichen Bericht an das Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, Berlin, ist aber hier erweitert worden.

<sup>2)</sup> Die erste Zahl bedeutet immer den Mittelwert, die mit den Rechenzeichen + und — angehängten Zahlen bedeuten die Abweichungen von ihm und zwar so, daß das obere Zeichen sich auf „begiftet“ das untere aber auf „unbegiftet“ bezieht.

<sup>3)</sup> Ein Teil der Abgänge ist wohl auf Maltraite der Raupen schon beim Ablesen von ihren Fraßstellen zurückzuführen. Das trat besonders deutlich hervor, als in der Försterei Wildeck zum ersten Male noch ungeübte Kräfte die Raupen gesammelt hatten. (Tabelle II; 8. 10. 26); nachdem die Sammler erneut instruiert waren, fiel die zweite Sendung schon besser aus (Tabelle II; 12. 10. 26).

<sup>4)</sup> Namentlich aus dem Ei gezüchtete Kiefernspannerräupen sind ganz besonders empfindlich. L. Kalandadze, Die Wirkung von Arsenpräparaten auf die wichtigsten Forstschädlinge, Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 13. S. 1—69 1927; 9 Abbildungen und 17 Tabellen; p. 8, 50, 54, 72; wir haben allerdings mit aus Eiern gezüchteten Raupen nicht gearbeitet.

Tabelle I und II.

## Absolute Zahlen für die ausgezählten Raupensendungen der Oberförsterei Hersfeld-Ost.

(Die Zahlen sind nicht miteinander vergleichbar, da sie nicht von quantitativ gleichen Baumarealen abgesucht sind.)

Tabelle I von nicht begifteter Probestfläche.

Nr. der Sendung <sup>1)</sup> und Bezeichnung der Protokolle	Raupen von 1926				Puppen des Winters 1926/27				District Nr.
	Datum der Sendung 1926	Bei Ankunft aus dem Transport tot	Im Institut vor der Verpuppung abgestorben	Im ganzen vor der Verpuppung tot. (Summe aus beiden vorhergehenden Spalten)	Durch hexapode Parasiten zugrunde gegangen, davon 33,9% durch <i>Ano-</i> <i>malon digitatum</i> Gr.	Austrocknung (ausun- bekannten Ursachen zugrunde gegangen)	Zahl der toten Puppen (Summe aus beiden vorhergehend. Spalt.)	Falter im Jahre 1927 geschlüpft	
31 S. 47	25. Sept.	85	59	144	1	15	16	—	Meckbach Süd 101, 102 und 104
32 S. 55	28. „	74	23	97	11	37	48	10	
40 S. 60	12. Okt.	84	49	133	9	95	104	6	
30 S. 66	15. „	144	30	174	—	2	2	—	
45 S. 68	19. „	83	33	116	18	90	108	17	
47 S. 91	22. „	51	79	130	18	95	113	9	
49 S. 95	26. „	216	23	239	6	36	42	3	
Summa		737	296	1033	63	370	433	45	

Gesamtsumme der dem Institut übersandten Exemplare = 1033 + 433 + 45 = 1511.

Tabelle II. Von den begifteten Flächen. (Bestäubung 11.—19. Aug. 1926.)

Nr. der Sendung	Datum	ca. 7	ca. 47	0	4	4	5	
24 S. 29	8. Sept.	40	ca. 7	ca. 47	0	4	4	335
25 S. 29	14. „	19	15	34	0	8	8	310
35 S. 31	14. „	34	11	45	0	1	1	320
36 S. 37	17. „	47	14	61	0	9	9	310
43 S. 35	17. „	33	24	57	2	13	15	306
44 S. 35	17. „	28	21	49	3	10	13	309
26 S. 45	25. „	31	3	34	0	5	5	315
27 S. 45	25. „	61	3	64	2	5	7	317
28 S. 47	25. „	62	4	66	0	10	10	—
29 S. 49	28. „	59	5	64	0	17	17	321
37 S. 51	28. „	76	1	77	4	5	9	343
38 S. 53	28. „	66	3	69	2	11	13	—
34 S. 58	7. Okt.	140	28	168	13	58	71	26
39 S. 58	8. „	320	15	335	8	21	29	11
41 S. 62	12. „	137	33	170	11	67	78	6
42 S. 64	15. „	76	51	127	3	109	112	3
46 S. 70	19. „	117	ca. 24	ca. 141	37	95	132	9
48 S. 93	22. „	156	28	184	16	92	108	3
50 S. 97	27. „	160	24	184	4	86	90	2
Summa		1662	314	1976	105	626	731	120

Gesamtsumme der ausgezählten Exemplare = 1976 + 731 + 120 = 2827.

<sup>1)</sup> Die weggelassenen Nrn. 1 bis 23 und 33 wurden zu anderen Versuchen verwendet. Die tabellierten Sendungen 24 bis 32 und 34 bis 50 sind je nach Menge wöchentlich ein- bis dreimal mit frischem Futter versehen worden. Im allgemeinen fiel aber ein Zurückbleiben der Größe der Raupen in den Kulturen gegenüber den, aus dem Freien neu zugeschickten, Raupen von gleichem Datum auf.



(Bei der Prozentsatzberechnung ist die Gesamtzahl der, in den Sendungen vorhanden gewesenen, also einschließlich der abgestorbenen

Im Jahre 1926							Im Jahre 1927						
1. Lfd. Reihennummer	A. Anzahl der insgesamt protokollierten Individuen		B. Davon beim Transport bereits abgestorben		C. Nach Ankunft vor der Verpuppung abgestorben		D. Puppen, aus denen hexapode Parasiten ausgeschlüpft waren	E. Aus unbekannten Ursachen ausgeschlüpfte Puppen	F. Als Falter geschlüpft				
	Ba der Prozentberechnung — 100 gesetzt	Prozentsatz	Anzahl	Prozentsatz	Anzahl	Prozentsatz				Anzahl	Prozentsatz		
a) Von unbegifteten Flächen													
1	7	1511	100°	737	48,8°	296	19,6°	63	4,1°	370	24,5°	45	3,0°
2	Demnach. { Sa. der jeweils Abgestorbenen 48,8°			—	dazu 48,8 = 68,4	—	dazu 68,4 = 72,5	—	dazu 72,5 = 97,0	—	Sa 97,0°		
3	. . . { Sa. der jeweils noch Lebenden 51,2°			—	31,6°	—	27,5°	—	3,0°	—	3,0°		
b) Von begifteten Flächen													
4	19	2827	100°	1662	58,8°	314	11,1°	105	3,7°	626	22,1°	120	4,3°
5	Demnach { Sa. der jeweils Abgestorbenen 58,8°			—	dazu 58,8 = 69,9	—	dazu 69,9 = 73,6	—	dazu 73,6 = 95,7	—	Sa. 95,7°		
6	. . . { Sa. der jeweils noch Lebenden 41,2°			—	30,1°	—	26,4°	—	4,3°	—	4,3°		
c) Vergleich der Prozentsätze von Unbegiftet und Begiftet													
7	Mittelwert aus den Prozentsätzen „Unbegiftet“ und „Begiftet“: . . . . . 53,8°			—	15,3°	—	3,9°	—	23,3°	—	3,65°		
8	Differenz der Prozentsätze Unbegiftet minus Begiftet . . . . . — 10,0°			—	+ 8,5°	—	+ 0,4°	—	+ 2,4°	—	— 1,3°		
9	Abweichungen vom Mittelwert { Unbegiftet — 5,0°			—	+ 4,3°	—	+ 0,2°	—	+ 1,2°	—	— 0,65°		
10	(Zeile 7) { Begiftet + 5,0°			—	— 4,2°	—	— 0,2°	—	— 1,2°	—	+ 0,65°		

Das Schicksal der uns übersandten Raupen ergibt sich aus Tabelle I und II, von denen Tabelle I die Resultate von nicht begifteten und Tabelle II von begifteten Flächen aufzeichnet. Tabelle III gibt eine vergleichende Zusammenstellung der in Tabelle I und II erhaltenen Resultate. Die in der Säule E der Tabelle III angegebenen verhältnismäßig hohen Prozentsätze (24,5 und 22,1 %) an eingetrockneten Puppen könnten vielleicht teilweise darauf zurückzuführen sein, daß ihnen im Frühjahr 1927 nicht

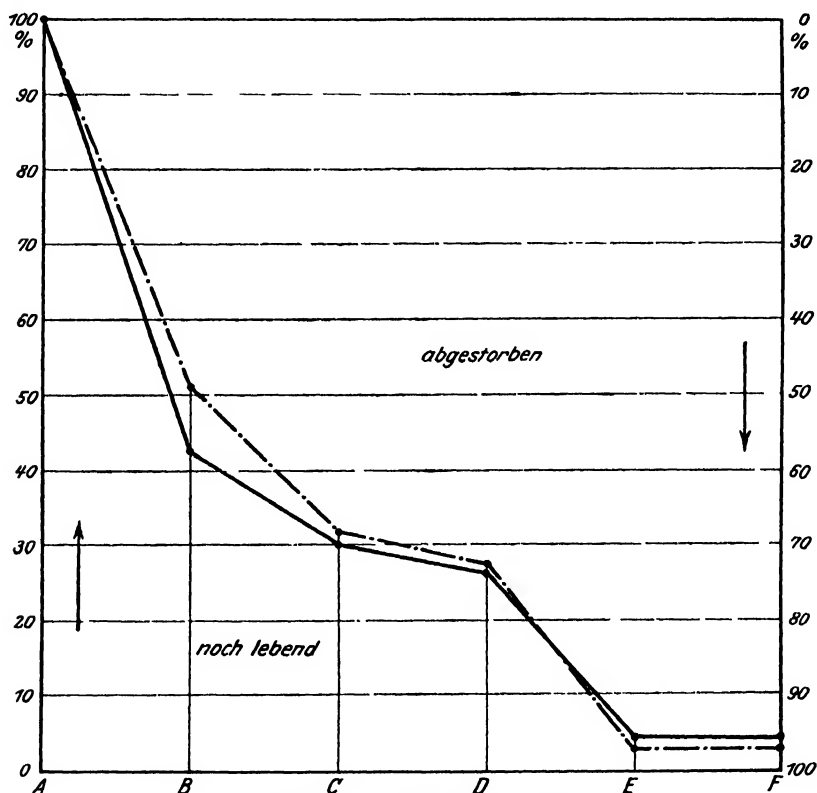


Abb. 1. Prozentarische Kurve nach Tabelle III (Zeile 3 und 6).

A Prozentsatz der insgesamt protokollierten Individuen = 100 gesetzt. B nach dem Transport. C nach Ankunft vor der Verpuppung. D Puppen an Hexapodiose erkrankt. E ausgetrocknete Puppen. F geschlüpfte Falter.

mehr die richtige Pflege zu teil werden konnte, weil die Maikäferuntersuchungen des zoologischen Instituts alle Kräfte in Anspruch nahmen, der trefflich bewährte Hilfsarbeiter des Instituts, Herr O. Braatz, der die Pflege und Protokollierung der Kulturen übernommen hatte, erkrankte, und ein Forstassessor, dessen Hilfe in Aussicht genommen war, sich in letzter Stunde als unabhkömmlich erwies. Da sich aber auch beim Eintrocknen die Puppen aus den bestäubten und unbestäubten Gebieten gleich verhielten (Tabelle III, E  $23,3 \pm 1,2\%$ ), ändert dies nichts an der Tatsache, daß die Tabelle III für unsere Laboratoriumsresultate eine nahezu

verblüffende hochgradige Übereinstimmung des Raupenschicksals in beiden Abteilungen erkennen läßt, so daß es scheinen könnte, als habe die Begiftung nicht das Geringste genützt. (Kurve, Abb. 1.)

Denn wollte man die 10% (Tabelle III, B Reihe 4 und 1), die auf dem Transporte mehr abgestorben sind, als bei den Raupen von unbegifteten Flächen, zugunsten einer nachträglichen Wirkung der Begiftung buchen,<sup>1)</sup> so müßte man doch andererseits zu ihren Ungunsten wieder 8,5% der später, aber noch vor der Verpuppung nachträglich eingegangenen (Tabelle III, C Zeile 8) Raupen, sowie den Überschuß von 1,30% (Tabelle III, F Zeile 8) an geschlüpften Faltern, ferner die um 0,4% (Tabelle III, D Zeile 8) reduzierte Anzahl an Puppen, aus denen Parasiten entschlüpften, und schließlich auch die um 2,4% verkleinerte Menge an Puppen (Tabelle III, E Zeile 8) die der Vertrocknung anheim fielen, wieder von dem Guthaben der Begiftung abziehen.

Die in Zeile 9 und 10 zusammengestellten Abweichungen vom gemeinsamen Mittelwert (Zeile 7) ergeben in Tabelle III eine maximale Abweichungsamplitude von nur  $\pm 5\%$  Individuen, wobei die Grenzwerte der maximalen Abweichungen im Gebiet der, bei dem Transport und nach dem Transport vor der Verpuppung abgestorbenen, Individuen liegen, während die übrigen Rubriken nur bei den ausgetrockneten Puppen noch eine Abweichung von etwas über einem Prozent (1,2%, Tabelle III, E Zeile 9—10), zeigen und die beiderseits geschlüpften Falter nur mit  $\pm 0,65\%$  und die Puppen mit Ausschlupfßchern von Parasiten nur mit  $\pm 0,2\%$  sogar unter 1% vom gemeinsamen Mittel entfernt bleiben.

Faßt man, wie in Tabelle IV (Zeile 3—6) geschehen, die beim Transport und nach dem Transport, aber noch vor der Verpuppung im Jahre 1926 eingegangenen Individuen zusammen und stellt sie mit den Prozentsätzen der insgesamt nach der Verpuppung im Jahre 1927 zugrunde gegangenen und mit den Prozentsätzen der geschlüpften Falter in einer Tabelle zusammen, dann zeigen jetzt alle Rubriken nur eine maximale Abweichungsamplitude von  $\pm 1,35\%$  Individuen (Tabelle IV, Zeile 5 und 6) von ihrem gemeinsamen prozentualen Mittelwert.

Es geht nicht an, solche geringfügige Abweichungen, wie sie innerhalb der einzelnen Tabellenkolonnen sich zeigen, als außerhalb der Zufälligkeitsquellen liegend anzusehen. Es muß vielmehr angenommen werden, daß die beiden Abteilungen Begiftet und Unbegiftet als de facto vollkommen übereinstimmend zu betrachten sind, und die geringen Abweichungen auf Rechnung von Zufälligkeiten gesetzt werden müssen, die nur bei weit größeren Statistiken mehr oder weniger, nie aber ganz verschwinden könnten. In Anbetracht der Zufälligkeiten ist die Übereinstimmung der begifteten und unbegifteten Kurve eine ganz ungewöhnlich große.

<sup>1)</sup> Mit 10% Totenüberschuß nach der Begiftung wäre natürlich auch recht wenig praktisch gewonnen, denn um 10% der Schädlinge mehr zu vertilgen, als auch ohne Vergiftung absterben, wird man keine Bestäubungsflüge mit ihren erheblichen Unkosten inszenieren. Man vergesse bei unseren jetzigen Ausführungen aber nicht, daß es sich vorerst noch nicht um den Erfolg der Begiftung selbst handelt, sondern nur um das Schicksal der, einige Zeit nach der Begiftung, nachdem das Gift schon ausgewirkt hatte, überlebenden und zugeschiedenen Individuen. Die Arsenleichen sind im Walde liegen geblieben und nicht in den Tabellen enthalten.

Tabelle IV.

Prozentarischer Vergleich der vor und nach der Verpuppung im Institut zugrunde gegangenen Stadien, sowie der geschlüpften Falter.

(Durch Summierung der entsprechenden Posten aus vorhergehender Tabelle erhalten. Prozentsatzberechnung wie in Tabelle III.)

Lfd. Reihenummer	A. Insgesamt 1926 vor der Verpuppung abgestorben (Tab. III, B u. C)		B. Insgesamt 1927 nach der Verpuppung zugrunde gegangen (Tab. III, D u. E)		C. Insgesamt 1927 geschlüpfte Falter (Tab. III, F)	
	Anzahl	Prozentsatz	Anzahl	Prozentzahl	Anzahl	Prozentsatz
	a) Von unbegifteten Flächen.					
1	1033	68,4	433	28,6	45	3,0
	b) Von begifteten Flächen.					
2	1976	69,9	731	25,9	120	4,3
	c) Vergleich der Prozentsätze von Unbegiftet und Begiftet.					
3	Mittelwert aus Unbegiftet und Begiftet	69,15	—	27,25	—	3,65
4	Differenz Unbegiftet minus Begiftet	— 1,5	—	+ 2,7	—	— 1,3
5	Abweichung vom Unbegiftet	— 0,75	—	+ 1,35	—	— 0,65
6	Mittelwert Begiftet	+ 0,75	—	— 1,35	—	+ 0,65

Tabelle V.

Prozentarischer Vergleich des Schicksals der überwinterten Puppen.

(Letztere bei den Prozentsatzberechnungen = 100 gesetzt.)

Lfd. Zeilen-Nr.	A. Anzahl der in den Winter 1926/27 eingetretenen Puppen (Sa. D bis F der Tab. III)		B. Puppen, aus denen hexapode Parasiten geschlüpft sind		C. Puppen, die ausgetrocknet waren		D. Als Falter geschlüpfte Puppen	
	Anzahl	Prozentsatz	Anzahl	Prozentsatz	Anzahl	Prozentsatz	Anzahl	Prozentsatz
	a) Von unbegifteten Flächen.							
1	478	100	65	13,2	370	77,4	45	9,4
	b) Von begifteten Flächen.							
2	851	100	105	12,3	626	73,6	120	14,1
	c) Vergleich der Prozentsätze von Unbegiftet und Begiftet.							
3	Mittelwert aus Unbegiftet und Begiftet		12,75	—	75,5	—	11,75	
4	Differenz Unbegiftet minus Begiftet		+ 0,9	—	+ 3,8	—	— 4,7	
5	Abweichung vom Unbegiftet		+ 0,45	—	+ 1,9	—	— 2,35	
6	Mittelwert Begiftet		— 0,45	—	— 1,9	—	+ 2,35	

Wir konstatieren zunächst nur aus der Tabelle IV, C Reihe 3, 5 und 6, daß bei unseren Laboratoriumsversuchen von den, im Jahre 1926 zugeschickten, Raupen, einerlei ob begiftet oder unbegiftet, nur  $3,65 \pm 0,65\%$  im Jahre 1927 zum Schlüpfen kamen, das bedeutet aber einen so bedeutenden Rückgang der Falter, daß er ein Erlöschen der Kalamität im Jahre 1927 nahelegt. Tatsächlich ist auch im Freien der Spannerfraß in den genannten Oberförstereien im unbegifteten wie im begifteten Gebiet im Jahre 1927 nirgends mehr in besorgniserregender Weise hervorgetreten, die Kalamität kann vielmehr dort allgemein für beseitigt gelten, ohne daß allerdings, angesichts des gleichen Resultats auf der unbegifteten Versuchsfäche, das günstige Schlußresultat der Bestäubung zugesprochen werden darf. Es läßt sich vielmehr kaum verkennen, daß die Bestäubung in der Periode einer Retrogradation,<sup>1)</sup> d. h. eines Abklingens der Kalamität zurück in normale Verhältnisse oder zurück zum eisernen Bestand gefallen ist. In unserem Falle kann die Bestäubung also nur insoweit als event. mit Nutzen ausgeführt angesehen werden, als in den begifteten Beständen, die zwar an sich schon in Retrogradation befindlichen Schädlinge rascher abstarben und darum weniger fraßen als die gleichfalls der Retrogradation verfallenen Raupen aus der unbegifteten Fläche.

Zunächst aber interessiert die Frage, welche Faktoren haben die Retrogradation 1927 bewirkt?

In erster Linie wird man beim Kiefernspanner an parasitäre Insekten denken. Obgleich Laboratoriumsversuche für die Verhältnisse im Freiland nur selten im vollen Umfange maßgebend sind, läßt sich doch bei der hochgradigen Übereinstimmung des Schicksals unserer Versuchsräupen mit denjenigen der Freilandraupen, zumal die Versuchsräupen erst einige Zeit nach der Bestäubung bis zur Zeit der Verpuppung auf unbegiftetem und begiftetem Gebiete (Tabelle I und II, zweite Säule) eingesammelt worden waren, so daß die meisten von ihnen ihre größere Lebensstrecke draußen im Freien zugebracht haben, nicht gut annehmen, daß die Retrogradation im Laboratorium andere Faktoren zur Grundlage gehabt habe als diejenige im Freien. Alsdann aber wird der Schluß nahegelegt, daß die Retrogradation des Kiefernspanners im Jahre 1927 in der Oberförsterei Hersfeld-Ost nur in ganz geringem, bei weitem unzulänglichen Grade durch „Hexapodiose“, d. h. von parasitären Insekten (Ichneumoniden und Tachinen), veranlaßt worden sein kann, denn solche schlüpften nur aus  $3,9 \mp 0,2\%$  (Tabelle III, D Zeile 7, 9 und 10) der Puppen im Jahre 1927 aus (Strecke C D der Kurve Abb. 1), und auch die schon im Jahre 1926 abgestorbenen Raupen sind nicht in merkbarer Weise durch die Einwirkung

<sup>1)</sup> Retrogradatio = das Rückwärts- oder Zurückgehen. Im Gegensatz zur „Gradation“, die nach Stellwaag die Gesamtheit der Erscheinungen einer Übervermehrung bis zum Abklingen derselben umfaßt. Retrogradation soll die Vorgangsstrecke vom Abklingen des Gipfels der Übervermehrung bis zur Erreichung des normalen eisernen Bestandes bedeuten.

parasitärer Insekten zugrunde gegangen.<sup>1)</sup> Noch weniger wird man direkten Witterungseinflüssen die Retrogradation zuschreiben dürfen. Eine verregnete Falterflugzeit, die nach Meinung Mancher<sup>2)</sup> zuweilen stark retrograd wirken kann, kommt nicht in Betracht, da das starke Zurückgehen der Individuenzahlen bereits vor dem Falterschlüpfen (1927), das ja nur  $3,65 \pm 0,65\%$  Falter (Tabelle III, F Zeile 7, 9—10) brachte, eintrat, und unsere Versuchspuppen ja gänzlich der wechselnden Winterwitterung, die ja manchmal an den Retrogradationen Anteil haben mag, im (ungeheizten) Zimmer entzogen waren. Es wird somit irgendwelche Erkrankung anderer, nicht näher ermittelter, Art die Retrogradation bewirkt haben. Retrogradationen brauchen auch bei dem gleichen Schädling nicht immer die gleiche Ursache zu haben<sup>3)</sup> und es wird hier noch mancher Kontrollversuche bedürfen, um sich vor unsachgemäßen Schematisierungen zu bewahren. Das Gleiche gilt natürlich für die Gradationen. So wenig lokale Überbevölkerungen und andererseits lokale Völkerdezimierungen in der Menschheitsgeschichte immer auf gleichen oder ähnlichen Faktoren zu beruhen brauchen, ebensowenig wird man dies für Insektengradationen und Retrogradationen annehmen müssen. Ich sehe es als ein immerhin erwähnenswertes Resultat unserer Laboratoriumsversuche an, auf die Möglichkeit einer Retrogradation beim Kiefernspanner auch ohne nennenswerte Beihilfe von hexapoden Parasiten aufmerksam gemacht zu haben, auch wenn uns die Erkrankungsursache unbekannt blieb. Es braucht sich nicht einmal bei dem starken Eingehen der Raupen und später der Puppen, von welch letzteren bei der Überwinterung zu  $75,5 + 1,9\%$  eingetrocknet waren (Tabelle V, Zeile 3, 5 und 6)<sup>4)</sup> um eine eigentliche Epidemie ge-

<sup>1)</sup> Immerhin bleibt es möglich, daß auch in den eingetrockneten Puppen noch hexapode Parasiten vorhanden waren (M. Wolff, Der Kiefernspanner. Berlin 1913. S. 105); sie kamen aber nicht zum Ausschlüpfen, so daß andere, neben ihnen vorkommende, Anormalitäten den Entwicklungsengang der Puppen und der Parasiten gestört haben müssen.

<sup>2)</sup> Judeich - Nitsche, Lehrb. d. mitteleurop. Forstinsektenkunde. Berlin 1895. Bd. 2. S. 962. — Laug, in: Forstwiss. Zentralbl. 1898. S. 347. — Man vergleiche indessen auch Jucht in: Zeitschr. f. angew. Entomol. Bd. 11. S. 225, der noch nach starkem Regen starke Falterflüge fand.

<sup>3)</sup> Auch die, in andern Fällen an einer Kiefernspanner-Retrogradation mehr oder weniger stark beteiligten, hexapoden Parasiten, brauchen nicht immer die gleichen zu sein; während Eidmann (Forstwiss. Zentralbl. 1925. 47. Jahrg. S. 360) *Ichneumon nigrarius* Grav. bei einem sehr großen Material (Bayern) andere Parasiten um ein Vielfaches überwiegend fand und auch Wolff (Kiefernspanner. S. 137) in einem Revier (Wildungen) über 95% Puppen ichneumoniert antraf, waren nach Wolff in einem anderen Revier (Neustadt) 80% tachiniert. In unserem schwach parasitierten Material (168 Stück) war *Anomalon biguttatum* Grav. mit 57 Exemplaren (33,9%) im Übergewicht.

<sup>4)</sup> Die hohen Eintrocknungsprozente unserer Laboratoriumsversuche sind auffallend. Die Puppen wurden im ungeheizten Zimmer an einem Fenster, das gegen die Werra in liegt, in dem für feucht geltenden Klima Mündens in kleinen Kristallisierschalen (ca. 7 cm Durchmesser) ohne sonstige Unterlage gehalten, anfänglich wurden die Kristallisierschalen mit einem Glasdeckel, an dessen Unterseite ein angefeuchtetes Filtrierpapier aufgelegt war, auf kürzere oder längere Zeit überdeckt, um den Puppen Wasserdampf

handelt zu haben;<sup>1)</sup> ein vielleicht durch irgendwelche andere Extern-Faktoren geschwächtes Geschlecht könnte ganz verschiedenartigen Erkrankungen zum Opfer gefallen und vertrocknet sein. Auf diesem Gebiete ließe sich viel ausspinnen, aber wenig aus unserem Material heraus belegen.

Die Kommission, die vor der Bekämpfung die Kiefernspannergefahr in den genannten Revieren geprüft, und die Bestäubung beschlossen hatte, war sich bei diesem Beschluß vollkommen darüber klar, daß sie event. mit einem Scheinerfolg nach der Bestäubung zu rechnen habe, denn Fälle, in denen innerhalb eines und desselben Fraßortes der Fraß länger als drei Jahre dauert, gelten im allgemeinen für nicht häufig, und es war in einzelnen Rovierteilen schon 1924 ein stärkerer Falterflug aufgefallen (Kolster, l. c. S. 237), eine Retrogradation im Jahre 1926 war also, wenigstens in einzelnen Distrikten von vornherein nicht ausgeschlossen. Wenn sich trotzdem die Kommission, der ich angehörte, auch auf mein Anraten zur Bestäubung entschloß, so geschah es vornehmlich aus folgenden Gründen.

Es galt in erster Linie die Erfahrungen über Flugzeugbekämpfung im allgemeinen zu vermehren und die Methode, wenn möglich weiter auszubilden (siehe die genannten Veröffentlichungen Kolsters), um, im Falle größerer Gefahren (Nonne, Forleule) besser gerüstet zu sein. Die

zuzuführen. Ich zweifle daher nicht daran, daß unsere eingetrockneten Puppen nicht infolge von Wasserarmut eingegangen sind, sondern daß sie sonstwie erkrankt waren, und erst nach dem Absterben eintrockneten. Gestorbenes trocknet bekanntlich auch in noch relativ feuchter Umgebung viel leichter aus als Lebendiges. Lebende Puppen kamen ja auch durch.

<sup>1)</sup> Gemeinsame, auffallende Krankheitserscheinungen traten nur bei wenigen Sendungen auf. Ende August und anfangs September zeigte sich in den Sendungen Nr. 7, 17, 23 aus unbestäubtem Gebiet ein ungewöhnliches Zusammenklumpen der Raupen auf den Böden der Zuchtbehälter, das auch bei bestem Futter mit den Tagen zunahm, nach dem Auseinandernehmen der Raupen sich wieder ballte, und nach 3—6 Tagen nach vorheriger schwärzlicher Verfärbung der Raupen mit dem Eingehen derselben endete; auch die Sendung Nr. 42 vom 15. Oktober 1926 aus begifteter Fläche zeigte ähnliche, aber auffallend stinkende Raupenklumpen, die sich offenbar schon während des nur 24stündigen Transportes gebildet hatten. Ob ein solches Erdwärtsklumpen auch im Freien stattfand, wurde nicht ermittelt; es trat auch in den anderen Sendungen nicht hervor.

Auch während der Verpuppung starb in einzelnen Sendungen viel ab. Sendung Nr. 47 vom 22. Oktober 1926, unbestäubt, lieferte am 28. Oktober = 57 Tote, von denen 19 (= 33%) bei der Verpuppung eingegangen waren. In zwei Sendungen aus Wildeck: Nr. 51 aus Bodenstreu gesammeltes Raupen- und Puppenmaterial und Nr. 52 auf Bäumen abgesammelte Raupen (bei beiden Bestäubung durch Platzregen abgewaschen; siehe Einleitung) waren in dem Bodenstreumaterial von 42 Puppen 16 (= 38%), im Baummaterial von 32 Puppen 9 Stück (= 28%) während der Verpuppung abgestorben. Die überlebenden Puppen aus Nr. 52 fielen durch ihre Kleinheit auf.

Ein so hoher, gleichzeitiger Abgang von etwa ein Drittel der Exemplare bei dem Verpuppungsvorgang machte sich aber bei den anderen Sendungen nicht bemerkbar; die Puppen starben sonst ohne auffallende Erscheinungen ab, und erwiesen sich dann später als ausgetrocknet. Einige der vertrockneten Puppen schienen Polyeder zu enthalten; 3 bis 10 mm große, optisch doppelt brechende, Körperchen waren nachweisbar, aber ihre Form hatte gelitten.

Bekämpfung blieb also unter allen Umständen, auch wenn sie mit einer Retrogradation zusammenfiel, der Wert eines Experiments, das um so empfehlenswerter schien, als die Nähe der forstlichen Hochschule Münden deren Mitarbeit bei der Auswertung der Resultate ermöglichte. Experimente kosten zwar Geld, aber ohne Experimente ist keine Förderung und Weiterbildung der Methoden zu erwarten. Wollte man Löschgeräte erst bauen und ausprobieren, wenn ganze Städte unter Brand stehen, dann läge manche stolze Stadt schon lange in Asche. Das ist selbstverständlich. Es war auch ratsam, das Interesse, daß die Flugzeugindustrie und chemische Industrie erfreulicherweise ganz allgemein an den seitherigen Bestäubungen genommen hatte, durch weitere Aufträge wachzuhalten, selbst wenn der Erfolg nicht absolut sicher in Aussicht gestanden hätte. Auch das ist selbstverständlich. Diese Selbstverständlichkeiten ließen die Bedenken gegen event. Scheinerfolge um so mehr zurücktreten, als Scheinerfolge auf die Öffentlichkeit, der ja manche Unannehmlichkeiten aus der Flugzeugstäubung erwachsen,<sup>1)</sup> nicht so beunruhigend wirken als ausgesprochene Mißerfolge, die bei Ungunst der Witterung oder sonstigen Mißhelligkeiten auch sonst bei alt bewährten Methoden nicht immer zu vermeiden sind.

Neben diesen, mehr theoretisch auf die Fortbildung der Methode gerichteten Gesichtspunkten durfte aber, selbst wenn unsere Bestäubung in eine Retrogradation hineinfiel, wie ja tatsächlich geschehen ist, zum mindesten auf einen praktischen Teilerfolg mit ausreichender Sicherheit gezählt werden. Denn wenn auch die Schädlinge infolge einer event. im Gange befindlichen Retrogradation im Laufe ihrer Entwicklung von selber abstarben, so war doch wahrscheinlich zu erreichen, daß dies infolge einer geglückten frühzeitigen Begiftung ihrer Fraßflächen sehr viel rascher geschieht; dem Walde bleibt auch dann, wenigstens ein großer und besonders gewichtiger Teil, weil die Raupenstadien um so mehr fressen, je älter sie werden, des sonst zu erwartenden Fraßschadens erspart mit all seinen nachteiligen Folgen als da sind: auffallende Abnahme bis gänzlicher Ausfall der Holzbildung im Nachfraßjahre,<sup>2)</sup> Zuwachsverlust vielleicht auch noch für spätere Jahre,<sup>3)</sup> während der Rekonvaleszenzzeit der Bäume, Unreifbleiben der Zapfen im Fraßjahre, event. Ausbleiben der Zapfenbildungen noch mehrere Jahre hindurch nach dem Fraßjahre,<sup>4)</sup> Anfälligkeit

<sup>1)</sup> Über die aufgetretenen Schädigungen an Vieh, Wild, Vögel und Bienen vgl. Kolster, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwes. 1927. S. 246.

<sup>2)</sup> Judeich-Nitsche, Lehrbuch der Forstinsektenkunde. Berlin 1895. Bd. 2. S. 966; auch R. Hartig (Forstl. naturwissensch. Zeitschr., 1896 p. 59) stellte fest, „daß im Nachfraßjahre die neu benadelten Bäume keine Spur von Zuwachs zeigen“.

<sup>3)</sup> Die Nadeln werden erst im zweitfolgenden Jahre wieder normal. R. Hartig, Forstl. naturwissensch. Zeitschr. 1895. S. 396.

<sup>4)</sup> I. T. C. Ratzeburg, Die Waldverderbnis usw. Berlin 1866 u. 1868. Bd. 1. S. 172. Indessen scheint auch ein besonderer Zapfenreichtum gelegentlich (sozusagen als Notfruchtung oder durch erhöhten Lichtgenuß beim Lichtwerden der Bäume während des Fraßes) nach Fraßjahren vorkommen zu können (M. Wolff, Kiefernspanner. Berlin 1913. S. 184).



infolge der Schwächung für Waldgärtner (*Blastophagus piniperda* L. und *minor* Htg.) und Kiefernstangenrüsselkäfer (*Pissodes piniphilus* Hbst.), „deren Tätigkeit in den meisten Fällen erst den eigentlich wirtschaftlichen ins Gewicht fallenden Schaden erzeugt“, <sup>1)</sup> verminderte Widerstandskraft der kahlgefressenen Bäume gegen harte Winter <sup>2)</sup> oder Hallimasch (*Agaricus melleus* Quél.) <sup>3)</sup> und schließlich die waldbaulichen und wirtschaftlichen Schäden, wie ungenügender Schluß durch Absterben von Stämmen, Rückgang des Bodenzustandes, Störungen im Betriebsplan und in den wirtschaftlichen Dispositionen, ungünstige Altersklassenverteilung in späteren Jahrzehnten u. dgl. m. <sup>4)</sup> Diese Blitzableiterwirkung gegen sekundäre Schädigungsanstürme fiel natürlich bei der Entschliebung unserer Kommission zur Bestäubung stark ins Gewicht.

Als Resultat unserer Zuchtprotokolle im Verein mit den Geschehnissen im Freien können wir nunmehr feststellen, daß zwar einerseits, wie oben bemerkt, die aus den begifteten Gebieten überlebenden Raupen sich bis zur Falterzeit praktisch genommen genau ebenso verhielten, wie die Raupen aus den nichtbegifteten Gebieten. Dies könnte einer günstigen Beurteilung der Bestäubung Abtrag tun, aber andererseits erlaubt dieses beiderseitige Gleichverhalten auch den wichtigen Schluß, der auch durch die Geschehnisse im Freien weiter gestützt wird, daß die im Gange befindliche Retrogradation durch die Bestäubung nicht aufgehalten wurde. Das ist an sich durchaus nicht selbstverständlich. Im Gegenteil man könnte sehr wohl denken, daß die Retrogradationsvorgänge, die ja begriffsmäßig von einer Übervermehrung der Schädlinge (mit gesteigerter Infektionsgefahr) ihren Ausgang nehmen, durch die Schädlingsverminderung der Bestäubung hinausgezögert oder gar unmöglich gemacht würden, weil die Infektionsgefahr im allgemeinen mit der Verkleinerung der Individuenzahl abnehmen wird. Da niemals alle Schädlinge der Bestäubung erliegen werden, <sup>5)</sup> könnte sehr wohl der Fall eintreten, daß ein Fraß zwar durch die Bestäubungen herabgemindert, aber seine radikale Beseitigung (d. h. seine Selbstverlöschung bis zum Fraße des eisernen Bestandes) ad calendae graecas verschoben würde. Durch Bestäubung der gradativ anwachsenden Schädlingszahlen nach gewissen Jahresumläufen könnte somit durch Ver-

<sup>1)</sup> M. Wolff und A. Krauße. Die forstlichen Lepidopteren. Jena 1922. S. 150.

<sup>2)</sup> Hartig, Forstl. naturwiss. Zeitschr. 1896. S. 59.

<sup>3)</sup> Schmidt-Kreyern, Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1898. S. 630 (Vers. d. sächs. Forstvereins). — F. W. Neger, Die Krankheiten unserer Waldbäume. Stuttgart 1924. S. 253, „man könnte sagen, daß alle Nadelhölzer, wenn sie aus irgend einem Grund trüg wachsen, der Gefahr des Hallimaschbefalls ausgesetzt sind“.

<sup>4)</sup> Kolster, „Sind die Kosten für Arsenbestäubungen wirtschaftlich gerechtfertigt?“ in: „Der Deutsche Forstwirt“ 1928. Bd. 10. S. 601—602.

<sup>5)</sup> Nach K. Escherich (Forstwissensch. Zentralbl. 1926) S. 63—94 kann zwar in der Mitte der von dem Flugzeug ausgehenden Streukegel die Abtötungszahl bis 100% erreichen; in den Randzonen ergaben sich aber nur geringe Abtötungsziffern. Es wird also stets Mancherlei am Leben bleiben.

minderung der Infektionsgefahr für die Schädlinge der Schädlingsfraß in Permanenz gehalten und dadurch mit der Bestäubung unter Umständen mehr Schaden als Nutzen gestiftet werden.<sup>1)</sup>

Gut; die Retrogradation ist also durch die Begiftung nicht aufgehalten worden; was hat die Begiftung nun aber eigentlich genützt? Es ist, so antworten wir, wie schon angedeutet, nach dem Wegfallen der vergifteten Raupen der Wald weit weniger befallen worden, als dies ohne Begiftung geschehen wäre. Die im nächsten Abschnitt behandelten Kotsammlungen werden dies einwandfrei dartun.

Der von den Oberförstereien zugeschickte Kot wurde auf dem zoologischen Institut zunächst mit der Versendungsfeuchtigkeit, dann nachdem er 8 Stunden bei 90—100 ° C im Thermostaten getrocknet worden und endlich nach Wiederbefeuchtung<sup>2)</sup> und nachmaliger Trocknung über der Gasflamme für jede Kotprobe, die jedesmal den auf 10 qm Ceresinpapier in 12 Stunden gesammelten Kot enthielten, gewogen. Ohne Zweifel ergab die Thermostattrocknung, wie nicht anders zu erwarten war, die zuverlässigsten Werte. Es sollte aber festgestellt werden, ob man für die Praxis nicht ohne den umständlichen Thermostaten auskommen kann. Wenn der Kot einigermaßen lufttrocken, also nicht etwa regenfeucht oder nachtflecht zur Wägung gelangt, dann liefern die Wägungen immerhin noch einigermaßen brauchbare Werte; besser ist es den Kot vor Wägung über Feuer (etwa in einem eisernen Löffel über einer Gasflamme oder über einem Spirituslämpchen) zu trocknen, was allerdings mit einiger Vorsicht geschehen muß, damit nicht Kotteilchen dabei verbrennen. (Brenzlichen Geruch und Braunwerden des aufsteigenden weißen Wasserdampfes vermeiden!)<sup>3)</sup> Messungen der Kotproben in Maßzylindern lieferten bei Wiederholungen der Messungen weniger gut übereinstimmende Resultate und sind darum in der Kottabelle VI nicht mit aufgenommen worden. In den Abteilungen A bis C der Tabelle VI handelt es sich immer um

<sup>1)</sup> Die Zukunft wird erst noch entscheiden müssen, wie sich eine Begiftung, die nicht in eine Retrogradation sondern in eine Gradation hineinfällt, verhält. Vermag sie eine Gradation abzustoppen oder verzögert sie bloß (event. um einige Jahre) die Kulmination der Gradation? Auch im letzteren Falle könnte die Bestäubung sich noch günstig auswirken, sofern die unterbrochene Gradation in gradativ ungünstige Zeiten verschleppt und dadurch zum Abflauen, aber nicht zur Kulmination gebracht wurde.

<sup>2)</sup> Die Kotproben wurden durch Betraufeln mit Wasser wieder vollständig durchnäßt, ehe sie über der Flamme getrocknet wurden, um festzustellen, ob eine Flammentrocknung auch bei maximal durchfeuchteten Kotmassen brauchbare Quantierungswerte liefert. Unter „Quantierung“ verstehe ich sowohl Volumenbestimmungen im Maßzylinder, als Gewichtsbestimmungen mit der chemischen Waage. Die Gewichtsquantierungen lieferten aber, wie gesagt, besser übereinstimmende Resultate als die Volumenquantierungen, die deshalb oben nicht berücksichtigt sind. Die Sperrigkeit der Kotmassen verschiedener Raupenstadien und der gleichen Stadien bei verschiedenen Umständen ist für genauere Volumenvergleichen allzusehr verschieden.

<sup>3)</sup> In der Praxis könnten vielleicht, wo eine Feinwaage nicht zur Verfügung steht, die Wägungen, event. gegen ein geringes Entgelt, von einer Apotheke vorgenommen werden.

Tabelle VI.  
Kotsammlungen in Hersfeld-Ost.

Anzahl und Art der untersuchten Kotsammlungen	Gesamtgewicht in g	Mittel pro 10 qm Sammelstelle in g	Prozentsatz der Kot- massen (unbestäubt = 100 gesetzt)
a) Mit Versendungsfeuchtigkeit.			
Unbegiftet 6 . . . .	13,145	2,191	100
Begiftet 4 . . . .	2,888	0,722	33
b) 8 Stunden bei 90—100° C im Thermostaten getrocknet.			
Unbegiftet 6 . . . .	10,716	1,786	100
Begiftet 4 . . . .	2,072	0,518	29
c) Aus feuchter Kammer über der Gasflamme getrocknet.			
Unbegiftet 6 . . . .	10,269	1,712	100
Begiftet 4 . . . .	1,967	0,492	28,7
Im Mittel Begiftet == 30,23			

dieselben Kotproben, von denen 6 von unbestäubter und 4 von bestäubter Fläche herkommen.

Aus der letzten Säule der Tabelle VI geht hervor, daß auf der begifteten Fläche nur etwa 30 % von derjenigen Kotmasse fiel, die auf der unbestäubten unter möglichst gleichen Verhältnissen eingesammelt wurde. Man darf daraus mit approximativer Wahrscheinlichkeit schließen, daß auf der Begiftungsfläche rund 70 % weniger gefressen wurde, daß also rund 70 % eines Fraßjahrschadens durch die Begiftung eingespart wurden. Was angesichts der oben angeführten, nach dem Fraßjahre zu erwartenden Gefahren, als ein erfreuliches Resultat angesehen werden darf, das völlig unabhängig von der Retrogradation erzielt wurde, und allein der Begiftung mit Selesia-Kalziumarsenat (mit 40 % Arsensäure)<sup>1)</sup> zuzuschreiben ist; wo bei der Erfreulichkeit allerdings noch die Frage der Rentabilität zu erörtern ist. Kolster, (Der Deutsche Forstwirt 1921. Bd. 10; S. 602) nimmt für einen vollbestandenen, 60jährigen Kiefernbestand der IV. Standortsklasse, dem starker Lichtfraß droht, einen bevorstehenden Zuwachsverlust von mindestens dem doppelten laufenden jährlichen Zuwachs unter Berücksichtigung der nachträglich zu erwartenden Bestandesbeschädigung an. Das ergibt wie Kolster weiter ausführt, nach den Ertragstafeln einen Zuwachsverlust von mindestens 9,6 fm ( $2 \times 4,8$  fm) Derbholz, oder — 1 fm erntekostenfrei zu 10 Rm. angesetzt — einen indirekten Fraßschaden von 96 Rm. Geldwert je Hektar. Die Bestäubungskosten je Hektar kann man zurzeit zu 70 Rm. ansetzen, so daß dann durch die Bestäubung 26 Rm. in Geldwert je Hektar für den Bestand gerettet

<sup>1)</sup> Ob andere Präparate mit weniger Arsensäure das Gleiche zu leisten vermocht hätten, läßt sich natürlich nicht sagen.

blieben. Kolster verkennt nicht, daß die Annahme des doppelten Zuwachsverlustes zwar willkürlich ist, er hält sie aber nicht für zu hoch, und einen besseren Anhalt als einen rein gefühlsmäßigen gibt es bisher nicht.<sup>1)</sup> Für Hersfeld-Ost würde, da nach unseren Befunden 70 % eines Fraßjahrschadens eingespart erscheinen, für den vollen 60jährigen Bestand die Kolstersche Ersparungsquote von 96 Rm. auf 67,20 Rm. herabsinken  $\left(\frac{96 \cdot 70}{100}\right)$ . Da aber sich die Bestäubungskosten in Hersfeld-Ost

nach Kolster infolge eigenen Gifteinkaufs nur auf 46,89 Rm., statt der für allgemeine Fälle angenommenen 70 Rm., betrugen, so bleiben immer noch  $67,20 - 46,89 = 20,31$  Rm. zugunsten der Bestäubung. So hat sich denn allem Ermessen nach die Bestäubung in Hersfeld-Ost trotz der Retrogradation in die sie hineinfiel, wohl bezahlt gemacht; mit den sonst üblichen Flugkosten von 70 Rm. je Hektar hätte sie sich aber kaum rentiert.

Die Kotsammlungen wurden auf mein Anraten zum Teil in den Tagesstunden von 7 bis 19 Uhr, zum Teil in den Nachtstunden von 19 bis 7 Uhr vorgenommen, um einen Anhalt zu gewinnen, ob die Tageskotmessungen von den Nachtkotmessungen differieren, und um daraus wieder Rückschlüsse auf die Hauptfraßstunden der Raupen an den Nadeln zu ermöglichen; denn es ist klar, daß man die Flugzeugbestäubung, wenn nicht andere Gründe dagegen sprechen, so nahe wie möglich an die Hauptfraßstunden heranzulegen trachten wird, um ein möglichst baldiges und intensives Aufnehmen des Giftes durch die Raupen zu ermöglichen,<sup>2)</sup> noch ehe nachkommender Regen und Wind die auf den Nadeln liegenden Giftmengen vermindert haben. Es zeigt sich, daß durchgängig die Nachtmenge die Tagkotmenge überwog; sie war durchschnittlich (bei Schwankungen von 1,4- bis 10fach) rund 5mal größer als die Tageskotmenge.

Leider ist über die Zeitdauer wie lange sich die Nadeln im Darm aufhalten, nichts bekannt und es dauerte ziemlich lange, bis wir eine zu ihrer Ermittlung gangbare Methode herausfanden; so daß nur eine ganz geringe Zahl von Versuchen angestellt werden konnte, da mittlerweile das Ende der Raupensaison erreicht war, in der nur noch wenig Raupen zur Verfügung standen, deren Fressen und Verdauen noch für normal

<sup>1)</sup> Eine bessere Kalkulationsgrundlage wird sich erst dann gewinnen lassen, wenn man außer über den durchschnittlichen Betrag der event. zu erwartenden Nachschäden auch über die Wahrscheinlichkeit des Eintritts jeder dieser Nachschäden Bescheid weiß. Ware beispielsweise festgestellt, daß irgend ein Nachschaden des Fraßes gewöhnlich nur nach einem Drittel der Kalamitäten aufzutreten pflegt, so dürfte sein empirischer, durchschnittlicher Hektarwert nur mit einem Drittel in die Kalkulation aufgenommen werden.

<sup>2)</sup> Nach Kalandadze (Zeitschr. f. angew. Entomol. 1927. Bd. 13 S. 54) genügt ein 5- bis 15stündiger Fraß an den begifteten Nadeln im I. Raupenstadium für den Ki.-Spanner, um die meisten Raupen abzutöten. Je näher man die Begiftungsstunde an die Hauptfraßstunden heranlegt, desto leichter werden sich natürlich die der angegebenen Fraßstundenzahl benötigten Fraßmengen erreichen lassen, ehe Wind und Regen dazwischen treten.

angesehen werden konnte, und noch nicht unter der bevorstehenden Verpuppung abgeändert waren. Es wurden den Raupen, mit Brillant-Kresylblau<sup>1)</sup> (der Firma Merck, Darmstadt) angefärbte, Kiefernzweige<sup>2)</sup> vorgesetzt, die Zeiten des ersten Fressens der gefärbten Nadeln notiert, und dann zugeesehen, wann der erste blaugefärbte Kot abging, um die zwischen Fraß und Kotabgabe liegende Darmzeit der Nadelverdauung zu erhalten. Dieser Vorgang dauert bei, allerdings nur zwei, Versuchen 4,5 bis 7,5 Stunden, so daß sich für diese Versuche eine durchschnittliche Darmzeit von 6 Stunden ergibt.

Um nun die Hauptfraßzeit noch enger zu erfassen, wurden in der Oberförsterei Wildeck die Nachtkotsammlungen in zwei verschiedenen Stundenreihen vorgenommen und es zeigte sich dabei, daß in der ersten Hälfte der Nacht von 19 bis 1 Uhr durchschnittlich 2,5 g., in der zweiten Hälfte von 1 bis 7 Uhr durchschnittlich 1,6 g. Kot insgesamt auf den zehn, an verschiedenen Stellen ausgelegten, je 1 qm großen Ceresinbogen lagen, so daß in der zweiten Hälfte der Nacht nur 64 % der Kotmenge geerntet wurde, die in der ersten Hälfte (2,5 = 100 gesetzt) der Nacht gefallen waren. Bringt man aus dem vorigen Abschnitt die 6 Stunden für die Darmzeit der Nahrung in Abzug, so erhält man als damalige Hauptfraßzeit der Raupen (19 bis 1 Uhr minus 6 Stunden) 13 bis 19 Uhr; mit anderen Worten zwischen 1 und 7 Uhr nachmittags würden die Raupen demgemäß am meisten gefressen haben.<sup>3)</sup>

Das Resultat ist aber noch nicht sauber genug, um darnach Ratschläge für die Bestäubungsstunden abgeben zu dürfen. Wir mußten uns der vorgeschrittenen Raupensaison wegen damit begnügen, einen event. möglichen Weg zur Beantwortung der Frage nach der Hauptfraßzeit und der günstigsten

<sup>1)</sup> L. Sitowski, Experimentelle Untersuchungen über vitale Färbungen der Mikrolepidopterenraupen, in: Bull. de l'Acad. des Sci. de Cracovie 1910. Nov. S. 778.

<sup>2)</sup> Um den Farbstoff besser auf der Oberhaut der Kiefernadeln haften zu machen, brachte Herr Braatz die Kiefernzweige auf 2—3 Minuten in Alkohol; dann wurde der Alkohol in Wasser abgespült, dann der Zweig in einem Zylinderglas, das mit der Farbstofflösung (1 ccm Brillantblau auf 40 ccm Wasser) gefüllt war, tüchtig um seine Längsachse hin- und hergedreht, aus dem Glaszylinder herausgenommen, und 10 bis 15 Minuten lang am warmen Ofen getrocknet, wonach die Nadeln von einer dünnen Farbschicht überzogen waren, und der Zweig sich zur Fütterung eignete. Ohne diese kurze Alkoholvorbehandlung, die der Freßbarkeit augenscheinlich nichts schadet, haftet der Farbstoff schlecht oder gar nicht.

<sup>3)</sup> Die Angabe Juchts (Zeitschr. f. angew. Entomol. 1925, Bd. 11. S. 218) „der stärkste Kotfall — also die Hauptfraßzeit -- fiel in den Nachmittagstunden von 1 bis 3 Uhr“, wobei übersehen ist, daß Kotabfallzeit und Hauptfraßzeit nicht identisch sind, sondern um die Darmzeit auseinanderliegen müssen, harmonisiert mit unseren, allerdings nur sehr spärlichen Erfahrungen nicht, denn, wenn der stärkste Kotabfall zwischen 1 und 3 Uhr lag, müßte die Hauptfraßzeit vermutlich zwischen 7 und 9 Uhr früh gelegen haben.

Vielleicht sind die Differenzen unserer Befunde auf Witterungsverschiedenheiten zurückzuführen; auf alle Fälle sieht man, daß das Thema „Hauptfraßzeit der Raupen“ noch schärfer durchgearbeitet werden muß.

Bestäubungszeit aufgefunden zu haben, und müssen späteren Untersuchungen und Beobachtungen überlassen, diesen Weg zu sicherer Gangbarkeit auszubauen.

Es gilt hier nicht nur die Anzahl der Beobachtungen zu vermehren, sondern vor allem auch die Methode der Kotsammlungen selbst auf einen exakteren Boden zu bringen. Auch in dieser Richtung haben wir uns bemüht und einen Kotsammler konstruiert, der selbst heftigeren Luftströmungen gegenüber verhindert, daß die Kotsammlungen auf den Ceresinbogen durch nachträgliche Luftbewegungen verworfen, weggeweht und allzu unverlässlich werden.

Der in Abb. 2 abgebildete Kotsammler besteht aus einem niedrigen, topfartigen Blechgefäß mit ganz leicht nach dem Boden niedergewölbtem Boden.

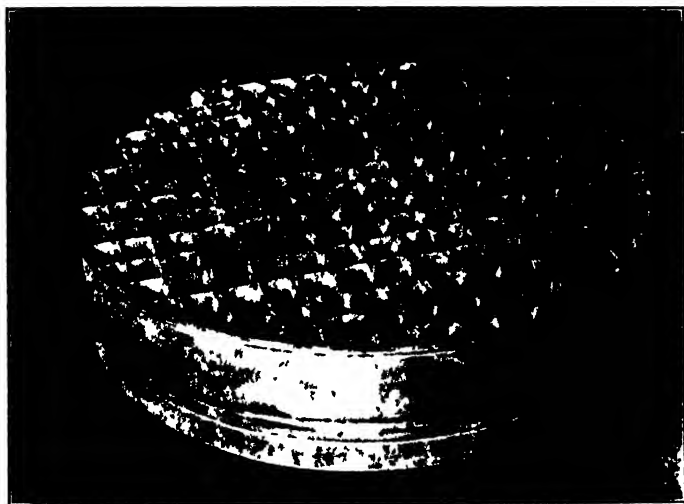


Abb. 2 Der Mundener Kotsammelapparat.

Höhe des Gefäßes 18 cm, Durchmesser 80 cm, langendo Kreisfläche  $\frac{1}{4}$  qm, Gewicht 16,5 kg  
ca  $\frac{1}{10}$  nat Größe.

in dessen Zentrum eine, durch einen Korkpfropfen verschließbare Ausflußstülle angebracht ist.<sup>1)</sup> Auf diesem Boden wird der, entsprechend dem Bodenumfang (aber etwas größer) kreisförmig zugeschnittene Ceresinbogen mit einem aufgelegten Ringreifen (von ungefährem, aber etwas kleinerem, Umfang des Bodens) festgeklemmt. Der aus- und einschiebbare Ringreifen ist aus einem horizontalen Blechring von 3 cm Breite und einem senkrecht nach unten abfallenden

---

<sup>1)</sup> Eindringenden Regen läßt man vom Ceresinpapier abtropfen. Die mit abgetropften Kotpartien werden mit einer Vogelfeder nach der Bodenöffnung hingeschoben und durch diese entnommen. Ebenso werden, an den Schachtwänden etwa durch den Regen hängen gebliebene, Kotpartien mit der Federfahne zusammengelesen und in ein Sammelglas abgestrichen.

blechernen Randreifen von 3 cm Höhe fest zusammengefügt.<sup>1)</sup> In das Gefäß wird nun außer dem Ringreifen noch ein freibeweglicher, als oberer Abschluß der Abb. 2 sichtbarer Einsatz von oben eingesetzt, der aus schachbrettartig zusammengruppierten, quadratischen Schächten (von je 5 cm Seitenlänge und 10 cm Tiefe (unter mehreren Varianten ausgetrobbte Maße!) besteht, durch die der Kot hindurchfällt, um alsdann durch die Wände der Schächte vor nachträglichen Windverwehungen geschützt zu sein.

Der Apparat ist bis zur Windstärke 5 (8,8 m/Sek.) mit einem gewöhnlichen Föhnapparat, aus dem die Heizvorrichtung herausgenommen worden war, unter Beihilfe von Windradanometern (der Firma Gebr. Wichmann, Berlin, Karlstraße) erprobt, er wird aber voraussichtlich auch gegenüber höheren Windstärken, die leider nicht zur Verfügung standen, keine Kotkrümel nach außen lassen, da er bei der angegebenen Windstärke selbst ganz leichtes auf  $\frac{1}{4}$  bis 2 mm klein geschnittenes, vertrocknetes Grasmaterial (*Lolium perenne* L.) nicht nach außen entkommen ließ.<sup>2)</sup> Wegen seiner hohen Herstellungskosten (65 Rm) kann er nur als Kontrollapparat zu Stichprobenfängen zwischen möglichst zahlreichen anderen Ceresinbogensammlungen bei wissenschaftlichen Untersuchungen in Betracht kommen.

Für die Praxis wird es sich empfehlen, die ausgelegten Ceresinbogen durch billigere Windschirme vor nachträglichen Kotverwehungen zu schützen; solche werden sich mit Latten und alten Säcken oder mit dichtem Reisig oder mit auseinandergeschlagenen alten Fässern oder mit beiderseits offenen Blechzylindern u. dgl. verhältnismäßig billig um die Ceresinbogen herum-bauen lassen, und auch verhältnismäßig gut den aufgesammelten Kot beschirmen, wenn man sie hoch genug (nicht unter 1 m) herrichtet.

Die Kotsammlungen werden natürlich einen absolut exakten Wert niemals erreichen können. Einmal fällt nicht aller Kot zu Boden; manches bleibt auf Ästen und Zweigen liegen, bei Regen mehr als bei trockenem Wetter, und alsdann genügt schon eine ganz geringe Luftströmung, um den Kot erhebliche Strecken weit vom Baume wegzutragen, und all dies schwankt obendrein mit der Größe und dem Gewicht der Kotpartikeln, die natürlich mit verschiedenen Raupenstadien wechseln, und schwankt auch mit dem verschiedenen Lichtungsgrad der befallenen Bäume.

In der künstlichen Windbahn (Abb. 3) des zoologischen Institutes wich Kieferspannerkot schon bei einer Windgeschwindigkeit von 1,03

<sup>1)</sup> Der senkrecht von dem Ringrand abfallende Randreifen ist wesentlich; er stellt nach dem Einschieben, indem er den Ring über dem Boden hochhält, mit diesem eine periphere Nische her, die die Kotteilchen schützend in sich aufnimmt, wenn Wirbel die Kotteilchen im Innern des Apparates umherschleudern.

<sup>2)</sup> Bei den Versuchen wurde der Kotsammler auf eine große, weiße Papierunterlage aufgesetzt, die auf allen Seiten über den Umfang des Sammlers um 1 m oder mehr hinausragte, die event. herausgewehten Teile auffing und deutlich zu erkennen gab. Ohne eine derartige Unterlage sieht man die weggeflogenen Teilchen nicht, und außer dem lassen sich dieselben von dem Papier leicht durch sachgemäße Knickungen abschütteln und dann abwägen oder im Meßzylinder abmessen, um sie mit dem Gewicht oder Volumen der in den Apparat ursprünglich eingebrachten Substanzmenge vergleichen zu können.

bis 1,2 m/Sek., die also noch nicht einmal die Windstärke 1 der Beaufortskala (1,7 m/Sek.) erreicht, bei einer Fallhöhe von nur 66 cm bereits um 30 cm vom Fallote ab, woraus sich ein Verwerfungswinkel von  $24,5^\circ$  (durch Tangensberechnung) ergibt. Unter gleichem Abfallwinkel würden Kotpartikelchen, die etwa aus 10 cm Höhe abfallen, bereits um 4,5 m, also fast um die halbe Fallhöhe, in der Windrichtung vom Fußpunkte des Fallotes abgeweht werden, und den untergelegten Ceresinbogen nicht erreichen.



Abb. 3. Künstliche Windbahn des zoologischen Instituts München (1927).

Die besteht aus einem ganz leichten, kreisförmig (oder nach der Zimmerform auch elliptisch) zusammengebocktem Eisengerippe, das mit grober Sackleine und ihr aufgeklebter, dünner Papiertapete überzogen ist. Das Gerippe ist aus vier auseinanderschraubbaren Segmenten zusammengesetzt, von denen jedes drei Reifen von 70 cm Durchmesser enthält, die auf Füßen aus leichten Rundstäben 60 cm über dem Boden und durch je sechs Längsverbindungen (von ca. 2,75 m Länge) in senkrechter Stellung auseinandergehalten werden. An dem einen Ende sichtbar der so gebildeten Windtunnelföhre befindet sich in der Mitte der rechten Abblende mit seinem Randreifen bequem einschraubbar ein gewöhnlicher, an das städtische Elektrizitätsnetz anschaltbarer Luftventilator, der nach dem Anlassen die Luft rund in dem Tunnel herumdreht. Den Experimentierraum erhält man durch Auseinanderziehen der Tunnelenden oder durch Herausschrauben eines oder mehrerer Segmente oder dadurch, daß man mit einem Taschenmesser Fenster in die Tunnelwand an beliebigen Stellen (in der Abbildung in der Nähe der linken und rechten oberen Bildcke sichtbar) einschneidet und sie nach außen umklappt, so daß sie jederzeit wieder mit Kleister zugeklebt werden können. Zur Bestimmung der Windstärke werden zwei Anemometer (nicht mit photographiert) benutzt, von denen der eine stets an der gleichen Stelle zur Kontrolle der Stromschwankungen im elektrischen Elektrizitätsnetz dient, während der andere an die Stelle gebracht wird, an der die Windgeschwindigkeit geprüft werden soll. Äußerer Durchmesser des Tunnelkreises 3,60–4,20 m, je nach Auseinanderschieben seiner beiden Enden. Die Vorrichtung<sup>1)</sup> verhindert, daß man beim Experimentieren im Zuge steht. 11/2 nat. Größe.

<sup>1)</sup> Sie wurde nach meinen Anweisungen durch Herrn Braatz zur Ausführung gebracht und soll verschiedenen Zwecken dienen, z. B. Bestimmung der Windstärke, die notwendig ist, um abspinnende Raupen oder flügellose Wollausstadien zu verwehen, Verhalten fliegender Insekten zur Windrichtung, Haftfähigkeit von Giftstreumitteln gegen verschiedene Windstärken u. dgl. m. Je nach Umständen kann man den Ventilator für sich allein oder in irgendwelcher Kombination mit 1–4 Tunnelsegmenten verwenden. Schon Eidmann und Berwig haben einen Ventilator zur Bestimmung der Haftfähigkeit von Giften mit Erfolg benutzt. (Forstw. Centralbl. 1928, S. 529 u. f.)



Man kann also nicht damit rechnen, daß man die Kotmenge wirklich von den Bäumen erhält, unter die man den Ceresinbogen ausgelegt hat sondern muß sich damit begnügen, daß in der mit einer möglichst großen Zahl von Ceresinbogen belegten Waldfläche durchschnittlich soundsoviel Gramm oder Kubikzentimeter Kot abgefallen sind, um sie mit gleichen Kotfängen andrer Distrikte oder aus anderen nicht zu weit abliegenden Lagen zu vergleichen, die ja auch unter ähnlichen Umständen und unter ähnlichen Widerwärtigkeiten zu leiden hatten. Die beim Vergleich nicht zu umgehenden Fehler werden natürlich im allgemeinen um so weniger das wirkliche Bild verzerren, an je mehr Orten Ceresinbogen ausgelegt worden sind, und je windgeschützter sie liegen. Man wird daher bei dem Auslegen der Bogen exponierte Waldränder vermeiden und innere Waldpartien vorziehen. Stetiger Wind schadet, ganz abgesehen von der größeren Windstille im Waldinnern, dann weniger; was von dem einen Baum fortgeweht wird, wird von in der Windrichtung vorgelagerten Bäumen wieder zugeweht, so daß doch ein erträglich richtiges Resultat zustande kommen kann. Unangenehmer wirken stoßweiße, also böige Winde und Windwirbel. Sie wirken zwar nur kurze Zeit, und bringen deshalb beim Abfallen des Kotes nicht allzuviel Einbuße, weil die Kotsammlungen sich über mehrere Stunden erstrecken, so daß es auf die kaum minutenlangen Windstöße und Wirbel nicht groß ankommt, sie wirken aber verheerend gegen das bereits auf den Ceresinbogen liegende Kotmaterial, ein einziger Windstoß oder Windwirbel kann die ganze Kotsammlung vom Ceresinbogen wegfehen und sie in nächster oder weiterer Umgebung umherstreuen, ohne daß ein gleichhoher Ersatz von andersher zu kommen braucht. Ich halte es demnach gerade deshalb für so wichtig, die ausgelegten Ceresinbogen durch Windschirme gegen nachträgliche Verwehungen zu schützen. Auch der Zusammenhang zwischen Witterung (Temperatur, Regen, Wind) sowie zwischen Tagesstunde und Fraßmenge der Raupen müßte mit solchen „windgeschützten“ Kotsammlungen ermittelt werden, wenn erst die Darmzeit für die Nahrung der Raupen sicherer festgestellt ist.

Es gilt daher vor allem auch die Darmzeit genauer durch die früher (S. 152) genannten Experimente mit gefärbten Nadeln oder sonstwie zu erkunden. Denn es dürfte nach unseren Erfahrungen schwer halten, irgend exakte Werte für die Differenzen der Nadelaufnahme in den verschiedenen Tagesstunden, etwa durch direkte Beobachtungen des Fressens, unmittelbar zu erhalten, dazu ist das Fraßtempo der Raupen viel zu unregelmäßig und von manchen Pausen durchbrochen,<sup>1)</sup> während alles, was an Kot abgeht, auch sicher gefressen sein muß. Direkte Beobachtungen des Fressens werden

<sup>1)</sup> Während der Fraßpausen saßen (Zwingerversuch) die Raupen in der Regel lang ausgestreckt mit dem Kopf der Nadelscheide zugekehrt, zum Fraße drehten sich die Raupen meist mit dem Kopf nach der Nadelspitze, sie fraßen bei mehreren Beobachtungen 5—15 Minuten lang, um dann wieder in die Ruhestellung (Kopf nach Nadelscheide ge-

jedoch als approximative Kontrollen für die, aus den gefärbten Kotabgängen und der Darmzeit ermittelten, Hauptfraßzeiten angezeigt sein.

Da die im vorstehenden vorgeschlagene, erstrebenswerte und erreichbare Steigerung der Zuverlässigkeit der Kotsammlungen unseren Untersuchungen noch nicht zugute kam, weil die Ungunst der Verhältnisse zu weiteren Untersuchungen kein Material mehr bot, können die Kotsammlungen nicht in allen ihren Punkten als unanfechtbar angesehen werden. Sie haben aber denselben Grad von Wahrscheinlichkeit wie die anderen Schlüsse, die gewohnheitsmäßig aus der Menge der aufgesammelten Kotmasse gezogen werden. Praktisch sind die Kotbestimmungen selbst in der seither geübten Form (ohne die von uns vorgeschlagenen Verbesserungen) keinesfalls weniger brauchbar als die ebenfalls, und vielleicht noch in höherem Maße, mangelhaften und zumal viel teuren Probesammlungen von Raupen oder Puppen, selbst wenn man den optimistischen Standpunkt Dinglers (in: Heß-Beck, Forstschutz. Neudamm 1927. Bd. 1. S. 406): „Die Kotfänge sind ein durchaus zuverlässiges Kontrollmittel und befähigen bei einiger Übung zu besseren Schlüssen auf Menge, Größe und Wachstum der in den Kronen fressenden Raupen als die Probeleimungen“ (Nonne) nicht in vollem Umfange zu teilen vermag.

### Zusammenfassung.

Zusammenfassend kann gesagt werden: Die Untersuchungen des zoologischen Instituts München haben den praktisch wichtigen Schluß (S. 148) ergeben, daß bei einer Flugzeugbegiftung gegen den Kiefernspanner eine bereits im Gange befindliche Retrogradation nicht aufgehalten wurde, daß durch die Begiftung, trotzdem sie in eine natürliche Retrogradation hineinfiel, doch immerhin zwei Drittel (S. 150) eines Hauptfraßjahrschadens mit seinen erheblichen, schädlichen Nachwirkungen den Kiefernbeständen erspart worden war, daß neben hexapoden Parasiten (Ichneumoniden und Tachinen) auch andere Erkrankungen bei einer Kiefernspannerretrogradation in Wirksamkeit sein können (S. 145). Außerdem hat sich gezeigt, daß die zu verschiedenen Tageszeiten abgegebenen Kotmengen nicht unwesentlich verschieden sind, nachts wurde durchschnittlich fünfmal mehr Kot gesammelt als tagsüber; das legt den Schluß nahe, daß auch die Intensität und Menge der Nahrungsaufnahme zu verschiedenen Tagesstunden eine verschiedene sein wird. Es scheint, als ob die Hauptfreßstunden der Raupen um durchschnittlich 6 Stunden vor der Zeit der hauptsächlichsten Kotabgabe liegen; die Hauptfreßzeit der Raupen scheint

richtet) überzugehen. Beim Welken des Futters und bei Kahlfraß wurden die Raupen sehr unruhig und tasteten umher. Frisches Futter beruhigte sie bald wieder (nach  $\frac{1}{4}$ , bis  $\frac{1}{2}$  Stunde). (Nach Ermittlungen von Herm. Braatz.)

nachmittags zwischen 1 und 6 Uhr zu liegen (S. 152). Weitere Untersuchungen mit windgeschützten Kotsammelapparaten und weiter variierten Sammelstunden könnten die Hauptfresszeiten noch exakter eingrenzen, was insofern von praktischem Belang wäre, als man, soweit es die flugtechnischen Rücksichten gestatten, nach Möglichkeit darnach streben muß, die Begiftung möglichst nahe an die Hauptfressstunden der Raupen heranzubringen, um möglichst große Giftmengen möglichst rasch den Raupen beibringen zu können, ehe Wind und Regen die aufgestreute Giftmenge vermindert haben (S. 151).

# Der Kornkäfer im lagernden Getreide.

Von

R. Kleine, Stettin.

---

Die Kornkäferkalamität in der Nachkriegszeit hat bedeutend an Umfang zugenommen und hat das Problem der Bekämpfung wieder stark in den Vordergrund gerückt. Wenn man die neuere Literatur durchsieht, auch die ausländische, so kann man sich eines Verwunders nicht erwehren, welche merkwürdigen Wege zur Bekämpfung zum Teil beschritten worden sind. Ein wirklich absolut sicher wirkendes Bekämpfungsmittel ist bisher nicht bekannt geworden. Die Tatsache, daß der Kornkäfer gegen Blausäure äußerst resistent ist, läßt sich nicht mehr hinwegleugnen, wenn auch die Industrie, die sich mit der Herstellung von Blausäure befaßt, gegenteiliger Meinung ist. Auch die sonstigen chemischen Mittel haben zu keinen brauchbaren Ergebnissen geführt. Entweder haben sie sich überhaupt als völlig wirkungslos erwiesen, oder aber die Anwendungsweise stößt in der Praxis auf Schwierigkeiten. Es ist ja überhaupt immer zu berücksichtigen, daß sehr viele Pflanzenschutzmittel zwar im Laboratorium durchaus brauchbare Resultate ergeben, in der Praxis aber völlig versagen, weil die Anwendung eben nicht möglich ist und weil die Bedingungen, die im Laboratorium gegeben sind, in der Praxis fehlen. Auch die in allerjüngster Zeit von der deutschen chemischen Industrie herausgebrachten chemischen Mittel haben, wie durch meine Versuche nachgewiesen worden ist, für die praktische Bekämpfung keine Bedeutung. Von allen Mitteln scheinen mir noch diejenigen am ersten eine Wirkung zu versprechen, die darauf hinausgehen, den Käfer vom lagernden Getreide überhaupt abzuhalten. Ohne von der alten Literatur Kenntnis zu haben, habe ich dieses Bekämpfungsverfahren schon vor Jahren propagiert, als ich das von der Firma Ehrlich in München hergestellte „Eryl“ durchprobierte. Es ergab sich bei den Versuchen, daß die von der Industrie vorgeschlagenen Gebrauchsvorschriften sich nicht anwenden ließen, sondern daß es vorteilhafter war, das Getreide durch einen schmalen aber konzentrierten und lange fängisch sich haltenden Schutzstreifen vor dem Zuwandern der Käfer zu schützen. Ähnliche Verfahren, wenn auch nicht

mit chemischen Mitteln, sondern mit anderem klebenden Material, vor allen Dingen mit Melasse, sind von älteren Pflanzenpathologen bereits zur Anwendung gebracht worden.

Die Anwendung chemischer Mittel stößt, selbst wenn sich tatsächlich die Präparate als wirksam erweisen sollten, auf große Schwierigkeiten dadurch, daß die Gebäude, in denen das Getreide lagert, sehr häufig, man kann sogar sagen überwiegend, sich in einem Zustande befinden, daß eine praktische Bekämpfung tatsächlich kaum möglich ist. In den Großbetrieben des deutschen Ostens ist das Stroh- und Schilfdach noch stark verbreitet und selbst in neuerer Zeit wird die Eindeckung mit diesem Material wieder vorgenommen. Daß es dem Käfer möglich ist, in dem Schutz der dicken Dachdeckung bequem zu überwintern, liegt auf der Hand. Dazu kommt, daß die Wandbekleidungen häufig viel zu rauh sind und Ritzen und Fugen besitzen und endlich vor allen Dingen ist der Bodenbelag meist in einem, geradezu gesagt, furchtbaren Zustande. In der Regel besteht der Belag aus Dielung, die oft sehr alt ist und viele schadhafte Stellen zeigt. Die Dielung ist meist nicht in Nut und Fehler gelegt, so daß die einzelnen Bretter auseinanderklaffen. Bei älteren Gebäuden machen sich Holzkäfer bemerkbar und verwandeln die Dielung nach und nach in eine einzige unebene Fläche, die sich überhaupt gar nicht reinhalten und bearbeiten läßt. Noch schlimmer wird der Bodenbelag, wenn er aus Estrich oder ähnlichem Material besteht und anfängt, schadhaft zu werden. Nur in wenigen Fällen sah ich den Bodenbelag aus Material hergestellt, der eine Sauberhaltung gestattet und eine einigermaßen sichere und aussichtsreiche Bekämpfung des Kornkäfers ermöglicht.

Zu den Schwierigkeiten einer allgemeinen Bekämpfung kommt die Unkenntnis der Praxis. Es ist mir schon häufiger vorgekommen, daß ich den Betriebsleiter darauf aufmerksam gemacht habe, daß seine Böden stark vom Kornkäfer verseucht sind, er selbst hatte noch nichts bemerkt und bestritt ganz entschieden das Vorhandensein. Es war in jedem Fall ein Leichtes, den starken Besatz nachzuweisen. Die Gefahr ist in den Großbetrieben des Ostens vor allen Dingen darum groß, weil noch eine ausgedehnte Deputatwirtschaft besteht und das Deputatkorn von einer Ernte zur andern liegen bleiben muß. Wenn es sich ermöglichen läßt, das Korn ungedroschen längere Zeit aufzubewahren und die Böden nicht übermäßig zu belegen, so wird damit das Überhandnehmen des Kornkäfers verhindert. Leider ist dieser Weg nicht immer beschreitbar und häufig muß das Deputat, namentlich das Brotkorn, das aus der Winterung gedroschen wird, sehr lange lagern.

Ich habe mich seit einer Reihe von Jahren ganz speziell mit dem Kornkäfer befaßt. Da es für die großen kornbauenden Gebiete des Ostens eine Lebensfrage ist, ob man das Korn unbesorgt lagern kann oder nicht, so ist der Vorschlag, das Korn erst abzudreschen, wenn es gebraucht wird, theoretisch wohl gut gemeint, praktisch aber wertlos; denn es muß

eben notwendigerweise eine gewisse Lagerung stattfinden, damit der Landwirt in der Lage ist, eine sich bietende günstige Verkaufskonjunktur auszunutzen. Ich habe diesmal das Problem von einer ganz anderen Seite angefaßt und habe mir die Frage vorgelegt, wie sich der Kornkäfer zu den einzelnen unserer vier großen Getreidearten verhält und wie groß der Einfluß von Licht und Dunkelheit auf die Entwicklung des Käfers ist.

Die Beobachtungen in der Praxis haben immer wieder ergeben, daß gut durchlüftete, helle Speicher sehr viel weniger vom Kornkäfer besetzt sind als Räumlichkeiten, die wenig Ventilation haben und unter einem hohen Dach liegen, wo ewiges Dämmerlicht herrscht. Während Speicher in fester Beschaffenheit, namentlich, wenn sie nicht zu dicht belegt sind und der Getreidebesatz öfter gewechselt wird, kein allzu starkes Anschwellen des Kornkäfers zulassen, werden wenig belichtete und ruhig liegende nie ganz davon zu befreien sein. Ich habe nun im Laufe des letzten Winters und Frühjahr eine Reihe von Versuchen angestellt, über die hier nachstehend ganz kurz berichtet werden soll. Die Versuche wurden folgendermaßen angesetzt: Die vier Hauptgetreidearten: Weizen, Gerste, Roggen und Hafer wurden in zwei Partien zur Untersuchung verwandt, einmal im zerstreuten Licht im Zimmer und das andere Mal im dunkeln; in größere Glasgefäße wurde eine bestimmte Menge Getreide eingefüllt, die Gefäße dann mit Gaze verschlossen und bei Zimmertemperatur gelassen. Jedes Gefäß wurde mit 50 Käfern besetzt. Am 21. November 1927 begann der Versuch, am 21. Februar, also nach 3 Monaten, wurde die erste Auszählung vorgenommen, ohne daß die Gefäße in dieser Zeit irgendwie berührt worden waren. Weitere Auszählungen im Abstände von einer Woche bis zum 30. März. Die nachstehenden Zahlen geben einen Überblick über die Entwicklung des Versuches.

Im Licht								
Sorte	21. 2.	28. 2.	6. 3.	13. 3.	20. 3.	27. 3.	30. 3.	Summe
Weizen . . .	50	21	29	22	24	17	8	174
Gerste . . .	249	122	83	56	50	27	20	607
Roggen . . .	53	15	12	18	12	-	-	110
Hafer . . .	50	6	3	--	—	—	—	59

Im Dunkel n								
	21. 2.	28. 2.	6. 3.	13. 3.	20. 3.	27. 3.	30. 3.	Summe
Weizen . . .	572	170	152	174	207	63	71	1409
Gerste . . .	363	112	73	62	75	39	31	755
Roggen . . .	55	18	22	22	13	—	--	130
Hafer . . .	54	10	5	—	—	—	-	69

Was ergeben nun die angeführten Zahlen? Zunächst die Differenz zwischen der Entwicklung der Käfer bei Licht und im Dunkel n. Die ermittelten Zahlen sind so zu verstehen: bei der Auszählung am 21. Februar sind die ursprünglich eingesetzten 50 Käfer in Abzug zu bringen. Bei allen

weiteren Auszählungen sind alle Käfer entfernt worden, so daß die aufgefundenen ständig neu geschlüpft sind, alles, was sich also entwickelt hat, stammt von den ersten 50 Käfern ab. Betrachtet man nun die Zahlen im Licht und im Dunkeln, so zeigt sich die den Kenner nicht allzuüberraschende Tatsache, daß bei der Einwirkung von Licht sich erheblich weniger Käfer entwickelt haben als im Dunkeln. Es ist ja auch stets zu beobachten, daß die Käfer versuchen, so schnell wie möglich von der Oberfläche fortzukommen, um in das Innere des Getreidehaufens einzudringen. Selbst wenn die Versuchsmenge des Getreides für die Zahl der Käfer viel zu gering ist, wird dennoch versucht, möglichst vom Licht wegzukommen und nur bei Störungen, namentlich bei Erschütterungen oder bei übermäßiger Erwärmung werden die Käfer mobil und kommen an die Oberfläche. Daher kommt es auch, daß die ruhig liegenden Getreidehaufen äußerlich nichts von dem Befall erkennen lassen und der Wirtschaftsleiter der Annahme ist, das Getreide ist gesund; obenauf liegende Körner werden niemals befressen. Der Einfluß des Lichtes ist aber auch so unverkennbar; denn man könnte sich vorstellen, daß zwar die äußere Schicht unberührt bleibt, während im Innern umfangreiche Zerstörungen vor sich gehen. Betrachtet man daraufhin die Zahlen, so läßt sich doch klar erkennen, daß die Einwirkung von Licht der Entwicklung des Käfers außerordentlich hinderlich gewesen ist. Bei Roggen und Hafer sind die Ergebnisse zwischen hell und dunkel absolut eindeutig, unklar bleiben die Verhältnisse nur bei Weizen und Gerste. Man kann sich denken, daß die Lichteinwirkung auch bei den letzteren beiden Früchten ebenso groß ist wie bei Roggen und Hafer, und beim Weizen ist das auch ganz offensichtlich der Fall. Es ist nur nicht verständlich, daß bei der Gerste sich eine so außerordentlich hohe Zahl von Käfern entwickeln konnte, eine Zahl, die fast an die Menge der im dunkeln entwickelten heranreicht. Zieht man vom Weizen die 50 eingesetzten Käfer ab, so hat sich innerhalb eines Vierteljahres noch kein Jungkäfer gebildet, erst am 28 Februar wurden 24 noch nicht ganz ausgefärbte Jungkäfer festgestellt, deren Entwicklungszahl sich ungefähr 4 Wochen lang gleichmäßig gehalten hat, um dann abzuflauen. Sehr anders ist das Bild bei der Gerste, die nach Abzug der eingesetzten Käfer noch immerhin rund 200 Jungkäfer beherbergte, d. h. das Vierfache der eingesetzten Zahl, auch der Abfall bis zum 31. 3. ist dann ein ganz successiver, man sieht deutlich, wie die Zahl nachläßt und daß keine erneuten Kopulationen stattgefunden haben. Beim Roggen ist die Entwicklung ebenfalls äußerst gering und beim Hafer fast gleich Null. Hier konnten nur in ganz unbespelzten Körnern sich einige Käfer entwickeln. Sehr viel klarer ist das Bild dagegen bei dem im dunkeln durchgeführten Versuch. Der Weizen, der zweifellos die beliebteste Frucht ist, ist auch hier tatsächlich weitaus am stärksten angegriffen worden und die Zahl der vorhandenen noch unentwickelten Individuen ist sicher noch nicht ganz erschöpft gewesen, als der Versuch

am 30. 3. abgeschlossen worden ist. Die Gerste ist geringer befallen, zeigt aber sehr gute Abstufung und paßt sich in den Versuch sehr gut ein. Dasselbe gilt vom Roggen und Hafer; denn in beiden Früchten hat eine Entwicklung stattgefunden, die den Versuchen im Licht sehr ähnlich sind. Die Ergebnisse lassen sich nicht bewerten, wenn man nicht die Früchte selber in Betracht zieht. Da ergibt sich dann zunächst, daß der Hafer das unbeliebteste Getreide ist und nur in größter Not angegangen wird. In der Regel sind es nur die beim Erdrusch entspelzten Körner, die der Käfer zur Brut annimmt; vereinzelt, aber auch mit größerem Widerwillen wird das bespelzte Korn angegriffen, wenn es noch möglich ist, von oben her einzudringen. Der Schaden wird aber im ganzen außerordentlich gering sein und der Versuch beweist ja auch deutlich, daß die Käfer lieber verhungern, als den Hafer befressen. Der Widerstand gegen den Hafer ist erklärlich, die Bespelzung ist sehr stark und setzt dem Käfer scheinbar erheblichen Widerstand entgegen.

Ganz anders liegen die Dinge beim Roggen. Der Roggen ist unbespelzt und der Angriff kann ohne jede Schwierigkeit erfolgen. Dennoch ist tatsächlich der Befall außerordentlich gering gewesen und vom 27. 3. ab sind in beiden Versuchsreihen keine Käfer mehr festgestellt worden. Woran es liegt, daß gerade der Roggen so wenig angegriffen worden ist kann ich nicht sagen. Ganz überraschend ist der starke Angriff auf die Gerste. Das ist um so merkwürdiger, als bei Gerste doch auch erst eine Durchbohrung der Kornschale stattfinden muß. Aber selbst wenn der Angriff im dunkeln noch einigermaßen erklärlich bleibt, so ist es gar nicht zu verstehen, daß die Beschädigungen beim Lichtversuch so groß werden konnten. Das Bild beim Weizen ist erheblich klarer. Keine Frucht ist dem Käfer so beliebt wie der Weizen. Der große Schaden, den wir im dunkeln hier feststellen konnten, entspricht daher auch durch aus den Beobachtungen in der Praxis. Dagegen ist das gänzliche Versagen des Angriffes beim Lichtversuch noch vorläufig ungeklärt. —

Wenn auch die Versuche nur als Tastversuche zu betrachten sind, so ergeben sie doch für die Praxis außerordentlich wichtige Hinweise. Es wird dem Wirtschaftsleiter nicht immer möglich sein, die Früchte so zu lagern, wie das im Interesse einer Schädlingsbekämpfung wünschenswert erscheint. In weiten Gebieten des Ostens wird überhaupt nur Roggen und Hafer gebaut. Da ist der Roggen natürlich am gefährdetsten, und durch wechselweise Lagerung von Roggen und Hafer könnte ein beträchtliches Herabdrücken des Befalles ermöglicht werden. Überhaupt würde es erwünscht sein, daß in Lagerräumen, die durch ihre Bauart und ganze bauliche Beschaffenheit sich schwer oder gar nicht reinigen lassen, in erster Linie Hafer gelagert werden müßte. Es ist ja immer zu bedenken, daß das Deputatgetreide und das Futterkorn im wesentlichen aus Roggen und Hafer besteht. Bei einiger Aufmerksamkeit und sorgfältiger Behandlung der Böden wird es also möglich sein, den



Käfer niederzuhalten. Die am meisten gefährdete Frucht, der Weizen, spielt im Osten keine so große Rolle, mehr schon die Gerste. Jedenfalls ist es aber möglich, durch geeignete Lagerung der vier Hauptfrüchte bei sachgemäßer Bodenbehandlung den Befall durch den Kornkäfer erheblich herabzusetzen, und das ist meines Erachtens sehr viel wichtiger als alle Ausräuchereien, Spritzereien usw., die letzten Endes zwar Geld kosten, aber zu keinerlei praktischen Ergebnissen führen. Vor allen Dingen sollen die Wirtschaften, die gezwungen sind, Mais zu lagern, also die Brennereiwirtschaften, darauf halten, daß die Maisvorräte nicht allzu lange liegen bleiben; denn der Mais wird immer eine der Hauptgefahrenquellen bilden. Sachgemäße Bodenbehandlung, Durchlüftung und Erhellung der Lagerräume sind mit vernünftiger Wechsellagerung der einzelnen Früchte das beste Mittel, um größere Schäden durch den Kornkäfer abzuwenden. Die Bodenbehandlung, wie ich sie in früheren Aufsätzen, namentlich durch die Anwendung des Eryls angegeben habe, wird hierdurch nicht berührt.

# Über die Wirkungsweise einiger ungiftiger Spritzmittel auf Insekten.

Von

Dr. Stober, München.

Unter den gegen Insektenschäden in Anwendung gebrachten Pflanzenschutzmitteln nehmen Präparate, die im Gegensatz zu den Gift enthaltenden als giftfrei bezeichnet werden, eine bevorzugte Stellung ein, da die Vorteile derselben in der Einfachheit und Gefahrlosigkeit der Handhabung, in der Ungiftigkeit in bezug auf die Pflanzen und in den mangelnden Nebenwirkungen auf andere, nicht zu tötende Tiere unmittelbar gegeben sind. Bei Untersuchungen über die Einwirkung von giftigen (arsenhaltigen) Staub- und Spritzmitteln habe ich zugleich die Wirkungsweise mit ungiftigen Bekämpfungsmitteln vergleichen können, sowohl was die Intensität der Abtötung als auch die spezifische Tötungsart anbetrifft. Es hat sich gezeigt, daß arsenhaltige Präparate von den Insekten mit ihrer Blätternahrung per os aufgenommen werden und im Verdauungstraktus ihre Giftwirkung entfalten, indem sie auf das Darmepithel einwirken und bei der Resorption in die Lymphe (Blut) gelangen.

Bei Aphiden z. B., die aus dem Innern der Blätter mit Hilfe ihres Stechrüssels die Nahrungsflüssigkeit beziehen, kommt die Aufnahme von Giftpulvern, die sich auf der Blattoberfläche niederschlagen, wenig oder garnicht in Frage. Da mit ungiftigen Spritzmitteln trotzdem eine große Abtötungsziffer erreicht wird, so war festzustellen, wodurch diese bedingt wird.

Daß die Wirkungsweise von arsenhaltigen Mitteln und ungiftigen hinsichtlich der physiologischen Vorgänge der Abtötung eine fundamental verschiedene sein muß, ergibt sich aus zwei einfachen Feststellungen: Erstens vergeht nach der Aufnahme von As-Präparaten eine längere Zeit, oft mehrere Tage, bis die Tiere sterben. Zweitens werden junge Tiere rascher abgetötet als ältere.

Bei Anwendung ungiftiger Spritzmittel tritt die Abtötung unmittelbar nach der Anwendung ein und das Ansteigen der Anzahl der toten Tiere nach Verlauf von mehreren Tagen ist weniger wichtig und durch andere Faktoren bedingt, wie wir bald sehen werden. Die Abtötung betrifft junge und ältere Tiere in gleicher Weise.

Es war nun zu untersuchen, ob im letzteren Falle angewandte Stoffe auch wirklich eine genügende Abtötung garantieren und wodurch diese bewirkt wird. Damit war implicite die Frage nach den wirksamen Bestandteilen derartiger Präparate und dem Weg zur Beurteilung und Prüfung von angebotenen Handelspräparaten resp. zur Selbsterstellung gegeben.

Ich habe diesen Fragenkomplex aus Materialgründen an Aphiden zur Klärung zu bringen versucht, dabei sind aber auch zum Teil schädliche oder unschädliche Insekten (Raupen, Bienen, Heuschrecken) zur Betrachtung herangezogen worden, um prinzipielle Fragen allgemeiner Natur zu beantworten.

Von anzuwendenden Mitteln kommen an dieser Stelle in Betracht:  
 Neßlers Flüssigkeit (40 g graue Schmierseife, 50 g Amylalkohol, 200 g Spiritus, 1 l Wasser oder: 30 g Schmierseife, 20 g Schwefelkalium, 32 g Amylalkohol, 1 l Wasser);  
 Kochs Flüssigkeit (1 kg Seife in 5 l heißem Wasser mit 250 g Quassiaholzspänen und 5 l Regenwasser auf 40 l verdünnen);  
 Seifenwasser (aus grauer Schmierseife);  
 Seife in Spiritus, ätherische Öle, Handelspräparate wie Aplusan und die in den Handbüchern der Drogisten angegebenen Präparate ähnlicher Zusammensetzung.

Bei meinen Untersuchungen habe ich zuerst mit einfachen selbsthergestellten Lösungen und Stoffen (Seifenlösung, Öl in Spiritus, Petroleum, Glycerin, Öl usw.) gearbeitet und geprüft, ob die Aufnahme dieser Flüssigkeiten per os eine Beschädigung hervorruft, deren Erscheinung mit der beim Bespritzen der Tiere erzielten gleichartig ist. Es gelingt Insekten (Heuschrecken, Raupen und Imaginos von Lepidopteren) mit den Lösungen zu füttern und ihnen größere Mengen einzuverleiben, als sie im Möglichkeitsfalle mit der Blattnahrung zu sich nehmen würden. Die Tiere zeigen keine abnormen Erscheinungen. Verfüttertes reines Öl wird im Darm zum Teil verarbeitet. Die histologischen Bilder der mit Flemmingschem Gemisch fixierten Exemplare zeigen aber im Tracheenlumen stellenweise Ölkugeln. Nach Petrunkevitch<sup>1)</sup> soll das Auftreten dieses Tracheenöles mit dem Verdauungsvorgang ursächlich verknüpft sein. Die Kropfzellen sollen Fettsubstanzen resorbieren, von da soll es an die Tracheenendzellen weitergegeben werden und von diesen ins Tracheenlumen abgeschieden werden. Auf diesem Wege soll das bei der Nahrungsaufnahme in den Darmkanal gelangte Fett in dem Atmungsapparat zum Teil wieder erscheinen. Ich habe bereits an anderer Stelle<sup>2)</sup> auf die Irrigkeit und Unhaltbarkeit dieser Auffassung hingewiesen und führe hier nur einige Tatsachen an, um die Sachlage zu illustrieren. Verschließt man den

<sup>1)</sup> Petrunkevitch, Zoolog. Anzeiger, 22, 1899.

<sup>2)</sup> Stober, Zeitschrift für vergl. Phys., 6. Band, 3/4. Heft, Springer, Berlin 1927.

Tieren die vorderen Stigmen mit Vaseline oder Butter, so bleiben die Tracheen frei, desgleichen, wenn man Tiere verwendet, deren Bau es gestattet, sie zu füttern, ohne die Stigmen zu benetzen (Stabheuschrecken). Würde das Fett aus dem Darmkanal stammen, so könnte es im Atmungssystem erst erscheinen, wenn der Resorptionsprozeß begonnen hätte und genügend weit fortgeschritten wäre, also erst nach Stunden. Wie man sich aber durch Präparation der mit Öl und Sudan III gefütterten Tiere überzeugen kann, finden sich die Öltropfen unmittelbar nach der Fütterung in den Tracheen. Damit ist erwiesen, daß das Öl in den Tracheen durch Benetzen der Stigmen in diese hineingelangt. Die Versuche lehren aber weiter, daß weder Aufnahme von ölhaltigen Substanzen in den Darm, noch teilweise Aufhebung der Atmung durch Verstopfung der Tracheen die Absterbeerscheinungen erklären können, die beim Spritzverfahren auftreten.

Trotz dieses negativen Befundes ist damit eine Lösung der aufgeworfenen Fragen angebahnt.

Wir betrachten zunächst die Einwirkung von Flüssigkeiten auf den Atmungsapparat von Insekten. Taucht man eine Raupe im Wasser unter und zwingt sie, darin stundenlang sich aufzuhalten, so geht das Tier nicht zugrunde. Das Wasser dringt nicht in die Tracheen ein.

Dieses Verhalten ändert sich sofort, wenn durch Zusätze die Oberflächenspannung des Wassers stark herabgesetzt wird oder wenn man die Tiere direkt in Flüssigkeiten mit geringer Oberflächenspannung einbringt (Öl, Glycerin usw.). Die stark netzende Flüssigkeit dringt in die Tracheen ein und die Tiere sterben an Erstickung. Den gleichen Effekt erzielt man, wenn man die Tiere einpinselt.

Bei der Präparation erkennt man, daß die Tracheen zum Teil ganz mit Öl angefüllt sind. Das Öl muß also von den Stigmen innerhalb der Tracheen nach den Tracheenendzellen eingewandert sein. Um sich von dem Eindringen und Wandern zu überzeugen, präpariere man ein nicht vorbehandeltes Tier (etwa eine Stabheuschrecke), lasse die Stigmen und die Tracheenstämme unversehrt und bringe an ein Stigma ein mit Sudan III gefärbtes Öltröpfchen. Man sieht dann bei schwacher Vergrößerung wie der Tropfen in das Tracheenlumen hineingezogen wird, in diesem wandert, während er sich, da die Trachee sich verjüngt, in die Länge zieht. Für die Mechanik dieses Vorganges könnte man die Kapillarität verantwortlich machen, doch ist zu bedenken, daß die Trachee als Kapillarrohr vorgestellt, an einem Ende geschlossen ist. Ebenso wenig wie auf eine Erörterung dieser Frage gehe ich darauf ein, festzustellen, welche Aufschlüsse über die Physiologie der Atmung dieses Verfahren liefert.

Es genügt, daß das Öl in alle Tracheenstämme einzudringen vermag und eine Unterschiedlichkeit (etwa zwischen Thorax und Abdomen) sich nicht zeigt.

Von größerem Interesse ist es, an dieser Stelle zu wissen, ob für die Erstickung die Ausfüllung der ganzen Tracheen notwendig ist oder durch

wandernde, sich an beliebigen Stellen festsetzende Tropfen, die die Tracheenzellen in der Funktion ausschalten, der gleiche Effekt erzielbar ist.

Damit haben wir die bisher noch nicht einwandfrei entschiedene Frage angeschnitten, ob für den Gaswechsel allein die Tracheenendzellen in Betracht kommen und die vielfach verzweigten Tracheen selbst nur als Zuleitungsröhren anzusprechen sind, oder ob letztere sich in nennenswerter Weise am Atmungsgeschäft beteiligen. Bei den Versuchen wurde stets der Hälfte der Tiere durch Ansetzen kleiner Öltröpfchen an die Stigmen, die innerhalb der Tracheen genügend weit gegen die Tracheenendzellen einwandern, die Tracheenendzellen in ihrer Funktion für den Gaswechsel ausgeschaltet. Die histologische Untersuchung derartig behandelter mit Flemmingschem Gemisch fixierter Tiere zeigte, daß die Öltröpfchen einen festen Verschuß bilden und den Zwischenraum zwischen den Windungen des Spiralfadens ausfüllen. Die Wand des durchwanderten Tracheonabschnittes erhält keinen Ölüberzug. In Parallelversuchen werden der anderen Hälfte der Tiere die Stigmen durch Vaseline oder Butter ganz verschlossen oder durch Ansetzen größerer Ölmengen an die Stigmen die Tracheen ganz verstopft, so daß bei diesen Tieren jegliche Atmung mit Hilfe der Tracheen ausgeschlossen war. Falls nun für die Atmung nicht nur die Tracheenendzellen, sondern auch die Tracheenwandung in nennenswerterweise in Betracht käme, müßte sich eine Unterschiedlichkeit im Verhalten der Tiere zeigen.

Bei der Deutung der Versuchsergebnisse sind folgende Faktoren zu berücksichtigen: Beim Ansetzen eines kleinen Öltröpfchens an ein Stigma darf man nicht annehmen, daß damit alle zu dem Tracheenstamm gehörigen Tracheenendzellen ausgeschaltet sind; da die Tracheen sich mannigfach verzweigen, kann der Tropfen an einer Verzweigungsstelle liegen bleiben, aber auch einem Aste folgen, während der andere nun seine Kommunikation mit dem Stigma genommen hat. Da die Größe des Tröpfchens nicht ganz genau bemessen werden kann, kommt es häufig vor, daß der Tropfen nicht genügend weit vordringt.

Diese Verhältnisse kann man jeweils erst nach dem Experiment durch Präparation der Tiere prüfen; so daß die Anzahl der für die Beurteilung in Betracht kommenden, als gelungen anzusprechenden Versuche stark reduziert wird.

Bei sechs Versuchen mit je acht Tieren,<sup>1)</sup> bei denen diese Forderungen als erfüllt anzusehen waren, konnte ich einen Unterschied im Absterben der Tiere nicht feststellen. Ob bei Verwendung eines sehr großen Materials eine geringe Differenz der Abtötungszeit, die auf einen schwachen Gaswechsel der Tracheenwandung hinweisen würde, erreicht werden könne, halte ich nach meinen Erfahrungen für zweifelhaft. So interessant ein

<sup>1)</sup> *Dixippus morosus* und *Deilephila euphorbiae*.

derartiger Befund auch wäre, so käme es doch für die praktische Seite der Angelegenheit nicht in Frage.

Da man die angegebene Methode mannigfach variieren kann und z. B. nicht die gesammte Tracheenatmung verbinden, sondern durch Einölen von nur einer bestimmten Anzahl von Tracheen eine partielle Atmung dem Tiere ermöglichen kann, kann man feststellen, daß geringe Herabsetzung der Atmung (10—20 %) für die Herbeiführung einer raschen Abtötung nicht genügt. Die Frage kommt aber bei der Bekämpfung kleiner Parasiten wie Apulden ernstlich nicht in Betracht; da ein Tröpfchen hinreichend ist, um die Tiere einzuölen.

Wird die Flüssigkeit in Form eines Sprühregens gegen die Unterseite eines mit Blattläusen besetzten Blattes gerichtet, so sterben die Tiere ab, zum Teil sehr rasch, da sie von einem Tropfen direkt getroffen worden sind, zum Teil später, wenn sie mit einem Tropfen in Berührung kommen und sich benetzen.

Es genügt festzuhalten, daß Öl in die Tracheen eindringt und einen Erstickungstod verursacht. Eines äußeren Verschlusses der Stigmen durch stark schaumbildende, rasch austrocknende Substanzen bedarf es nicht.

Aus dem Dargelegten ergibt sich, daß bei der Beurteilung ungiftiger Spritzmittel darauf zu achten ist, daß diese eine hinreichend geringe Oberflächenspannung aufweisen und bei einem Versuchstier in die Stigmen einwandern. Alle Beimengungen, die nicht diesem Zweck dienen, sind zu vernachlässigen, da sie einerseits einen unnötigen Ballast darstellen, andererseits das Präparat verteuern können.

Welchen Stoff (Öl, Glyzerin, Kohlenwasserstoffe usw.) man bei der Herstellung als wirksamen Hauptbestandteil einer Lösung wählen wird und wie man das Mittel als Ganzes zusammensetzen kann, hängt davon ab, welche Stoffe zur Verfügung stehen und ob ein Betrieb sie herstellt und weiterverarbeitet oder sie als Nebenprodukt ausnutzt.

# Ergebnisse der 3-jährigen Tätigkeit der hydrobiologischen Abteilung in der Erforschung der Ökologie der Anopheleslarven an den Torfgewinnungsstellen.

Von

**A. N. Adowa und B. M. Sebenzow.**

(Aus dem Tropeninstitut zu Moskau. Direktor: Prof. E. I. Marzinowsky).

Bei der Torfgewinnung entsteht die Gefahr der Entwicklung einer Malariaepidemie, durch welche die Gesundheit der Torfarbeiter und der umgebenden Bevölkerung beeinträchtigt wird und die Kosten des Torfes erhöht werden. Die bei der Torfgewinnung entstehenden kolossalen Wasserflächen bilden die negative Seite dieser Form der rohen Produktion. Die sanitäre Gefährlichkeit ist aber keineswegs ohne weiteres der Erweiterung der Oberfläche der stagnierenden Wässer direkt proportional, sondern sie hängt in großem Maße von der Beschaffenheit des Torfmoores ab, wobei durch gewisse Eigenschaften des letzteren, diese Gefahr gleich Null sein kann. Das genaue Studium dieser Umstände ist von großer Bedeutung für eine rationelle Bekämpfung der Malaria; denn nur auf Grund genauer Kenntnisse der Gewässer vom Malariastandpunkte können alle Kräfte auf die wirklich malariagefährlichen Wasseransammlungen konzentriert werden. Es ist selbstverständlich, daß das Moskauer Tropeninstitut dieser Frage seine Aufmerksamkeit widmen mußte. Auf Initiative von Prof. E. J. Marzinowsky wurde Ende Juli 1925 eine hydrobiologische Abteilung aus den entsprechenden Spezialisten gebildet. Die wichtigsten praktischen Aufgaben dieser Abteilung bestanden in der Feststellung der Kennzeichen malariagefährlicher Gewässer und in der Ausarbeitung von Methoden zur entsprechenden Klassifizierung dieser Gewässer. Im Laufe der Arbeit kam es zur genaueren Erforschung der Ökologie der Anopheleslarven, und für die Zukunft deutet sich die Lösung einer nicht weniger wichtigen praktischen Aufgabe: nämlich die Möglichkeit, die Entwicklung der Anophelesmücken zu beeinflussen, um dieselbe wenigstens in den menschlichen Ansiedlungen oder den Arbeitsstellen nahen Gewässern vollständig zu verhindern.

Die Untersuchungen der ersten Saison trugen einen orientierenden Charakter; trotzdem erlaubten sie eine Reihe von Schlußfolgerungen zu ziehen über den Einfluß biologischer und physiko-chemischer Faktoren der Gewässer auf die Ansiedlung der Anopheleslarven. Es erwies sich, daß die Verteilung der Anopheleslarven auf die Wasseransammlungen und ihre Entwicklung in großem Maße von der chemischen Zusammensetzung des Wassers, nicht aber von der Anwesenheit dieser oder jener Arten des Zoo- und Phytoplanktons abhängig ist. Besonders scharf trat dieser Umstand hervor in bezug auf die aktuelle Reaktion des Milieus und den allgemeinen Gehalt an organischen Stoffen. Ein niedriger pH und eine hohe Oxydierbarkeit, d. h. ein großer Gehalt an organischen Stoffen kennzeichnet in der Reihe anderer Faktoren das Gewässer als malariaharmlos. Die Bedeutung dieser Faktoren wurde darauf durch die Beobachtungen von Dr. Oganow an der Kosminischen Malariastation, Kostroma bestätigt. Er konnte in den Torfgewässern mit pH unter 6,5 und Oxydierbarkeit über 50 keine Anopheleslarven finden. Nach den früheren Angaben von Beklemischeff in Perm folgt ebenfalls, daß in Wasseransammlungen mit pH kleiner als 6,8 keine Anopheleslarven vorzufinden sind.

Unter den von der Abteilung im Jahre 1925 untersuchten Gewässern, die vom geobotanischen Standpunkt sehr voneinander abweichen, konnten 2 Typen abgesondert werden: die Segge- und Sphagnumgewässer, die in bezug auf die Entwicklung der Lebewesen überhaupt und speziell der Anopheleslarven zwei ökologische Antipoden bilden. Diese Gewässer wurden einer genaueren Untersuchung unterworfen durch quantitative chemische Wasseranalyse und durch quantitative Bestimmung der Phyto- und Zooplanktonzusammensetzung. Die ausführlichen Erforschungen dieser 2 Typen von Torfgewässern, welche sich voneinander nach vielen Merkmalen und speziell in bezug auf die Ansiedlung von Anopheleslarven unterscheiden, ergab eine Reihe neuer Beiträge zur Ökologie der Entwicklung der Malariamücken und erlaubte die Liste der Merkmale, in welcher sich die vom Malariastandpunkte gefährlichen Gewässer von den in dieser Hinsicht harmlosen unterscheiden, zu vergrößern.

(Siehe Tabelle I auf S. 172.)

Unter den Mineralsalzen spielen augenscheinlich die Kalziumsalze eine der wichtigsten Rollen, indem sie die Entwicklung der Lebewesen in den Gewässern radikal beeinflussen. Nach dem Gehalt an Kalzium stellen die Segge- und Sphagnumgewässer völlige Antipoden dar: während die ersten reich an Kalziumsalzen sind (44—96 mg Ca pro Liter), enthalten die letzteren siebenmal weniger von diesen Salzen (11—33 mg pro Liter). Über die spezifische Wirkung der Eisensalze auf die Lebewesen sind wir noch nicht im klaren, es ist aber sehr möglich, daß auch diese Salze nicht ohne Einfluß auf die Entwicklung der Tierarten und speziell der Anopheleslarven sind.



Tabelle I.

Vom Malariastandpunkte gefährliche  
Gewässer.  
Anopheles anwesend.

Von den Algen sind vertreten:

Spirogyra  
und in größerer Anzahl:  
Volvocaceae  
Euglenaceae  
Protococcoideae  
Cyanophyceae

Vom Zooplankton in großer Zahl:

Daphne  
Bosmina  
und qualitativ mannigfaltige:  
Rotatoria

$$pH > 5$$

$$k > 1 \cdot 10^{-1}$$

Oxydierbarkeit < 100 mgr. O, pro Liter

Anorganische Stoffe > organische Stoffe

Ca ··· 57 mg (42% der Asche)

Fe ··· 0,2 mg (0,1% der Asche)

Cl' 1,27 mg (1% der Asche)

P' ····· 3 mg (3% der Asche)

Malariaharmlose Gewässer.  
Anopheles abwesend.

Von den Algen massenhaft:

Arten: Straurastrum  
Xanthidium antilopaeum  
Gymnozyga moniliformis  
und andere Desmidiaceae.

Vom Zooplankton in großen Scharen:  
im freien Wasser:

Polyphemus pediculus  
Ceriodaphnia pulchella  
Scapholeberis mucronate.

In Mooswucherungen:  
Simoccephalus serrulatus  
Acantholeberis curvirostris  
Streblocerus serri cardatus  
Sphagnum cuspidatum

$$pH < 5$$

$$k < 1 \cdot 10^{-4}$$

Oxydierbarkeit > 100 mgr. O, /L

Anorgan. Stoffe < Organ. Stoffe

Ca ··· 11 mg (27% der Asche)

Fe ··· 1 mg (2% der Asche)

Cl' 2 mg (9% der Asche)

P' ····· 3 mg (14% der Asche)

Was die biologischen Merkmale betrifft, so kann in Übereinstimmung mit den Angaben des Jahres 1925 für die Sphagnumgewässer das Fehlen einiger Wurmarten (Oligochaeton, Hirudinea), Muschelkrebse, größerer Copepoda (insbes. Centropagidae), der Arten Daphne und Bosmina von den Cladocera und Mollusca, wie auch vieler üblicher Vertreter der höheren Wasserflora erwähnt werden. Von den Algen ist am merkwürdigsten das Fehlen der Fadenalge Spirogyra, einiger Gruppen der Planktonalgen und die massenhafte Verbreitung der Fadenalge Gymnozyga und anderer Desmidiaceae, unter denen die Gattung Straurastrum sowohl qualitativ als quantitativ besonders reichlich vertreten ist

Im Jahre 1926<sup>1)</sup> untersuchte die Abteilung neben den typischen Torfgewässern auch Wasseransammlungen anderer Art; einen betonierten Brunnen in der entomologischen Abteilung des Tropeninstituts, ferner Lehmgruben an der Peripherie eines Sphagnumtorfmoores, dessen Gewässer nach ihren physikochemischen Eigenschaften für die Entwicklung der Anopheleslarven ungünstig waren. Diese Gruben stellen vom Malaria-standpunkte sozusagen das zweite Gesicht des Torfgebietes Kudinowo dar.

<sup>1)</sup> An der Sammlung und Bearbeitung des biologischen Materials nahm G. D. Gontscharoff, an der chemischen Analyse des Wassers M. J. Rawitsch-Sechtscherbo teil.

Das Sphagnumtorfmoor Kudinowo (Moskau) entstand augenscheinlich als Folge des Vorhandenseins einer wasserdichten Schicht weißen Lehms, welcher an den Grenzen des Torfmoores an das Tageslicht hervortritt und das Bett für die in unmittelbarer Nähe der Torfgräbereien gelagerten Wasseransammlungen bildet, deren Inhalt für die Entwicklung der Anopheleslarven günstige Bedingungen bietet. Diese Gruben stehen somit in natürlichem Zusammenhange mit den Torfmooren, und eine tiefe Torfaushebung bzw. eine vom Exkavator gebildete Furche können auch inmitten des Sphagnummoores Wasseransammlungen bilden, welche zu Malariaherden werden können; derart waren eigentlich für das Kudinowosche Torfgebiet die erwähnten Gruben und der Graben, welcher die Seen Poganoje und Tschistoje verband und zurzeit bereits trockengelegt ist. Somit mußten diese Lehmgruben auch vom Standpunkte des Gesundheitsschutzes an den Torfgräbereien unsere äußerste Aufmerksamkeit auf sich lenken.

Nach den Angaben von Dr. A. G. Starowerowa (Leiterin der Kudinowoschen Malariastation) ist die Zahl der Malariaerkrankungen unter den Arbeitern, die in der Nähe der Lehmgruben wohnen, bedeutend höher, als unter denjenigen, die die Baracken am See Poganoje bewohnen (19,9% gegen 14,4%).

Zur Dauerbeobachtung wählten wir 2 Gruben, die infolge des Unterschieds im Alter auch dem Aussehen nach voneinander abwichen. Die ältere Grube stellte einen flachen Wasserfang 0,5 m tief dar, von ovaler Form mit reinem klaren Wasser, dickem Gebüsch am größten Teil seiner Uferlinie, die zum Sommerende fast vollständig von höheren Pflanzen (vorwiegend *Utricularia vulgaris*) bewachsen wird, mit einem Boden aus dunkelgrauem Schlamm und großen Pflanzenresten. Die junge Grube, welche augenscheinlich im Winter 1925—26 ausgegraben wurde, war rund, sie enthielt fluoreszierendes Wasser von rostiger Farbe, ihre kahlen Ränder waren steil, sie war doppelt so tief wie die alte Grube, enthielt keine höheren Pflanzen und ihr Boden bestand aus weißem Lehm. Dieser Unterschied in der Beschaffenheit des Bodens und der Ränder lenkte unsere Aufmerksamkeit auf sich und veranlaßte uns auch einen Unterschied im Salzgehalt der Gewässer zu vermuten, welcher Umstand unmöglich ohne Einfluß auf die Besiedlung der Gruben im allgemeinen und speziell auf die Verteilung der Anopheleslarven sein konnte. Genauere Untersuchungen der Lebensformen und der physikochemischen Eigenschaften der Lehmgruben bestätigten die Zweckmäßigkeit der Auswahl. Das Wasser der Lehmgruben unterschied sich kaum nach dem pH (6,99 bis 7,41 in der alten, 6,77—6,80 in der neuen), wohl aber nach dem Gehalt an Kalzium- und Eisensalzen. Enthielt die alte Grube CaO in Mengen (28—53 mg/l), die sie dem Wasser der alten Karriere des Bissorowo-moors nahestellten, so war die junge Grube in dieser Hinsicht den Gewässern des Sphagnumtypus verwandt (14—29 mg/l). In beiden über-

traf jedoch der mineralische Anteil des Trockenrückstandes den organischen. In der alten Grube fanden sich im Laufe des ganzen Sommers immer Anopheleslarven vor, in der jungen Grube kamen sie nur im August zum Vorschein. Im Sommer 1927 erreichte die jüngere Grube das nächste Entwicklungsstadium mit besserem Gleichgewicht der hydrophysiologischen Bedingungen, infolgedessen stellte ihr Wasser ein für die Entwicklung der Anopheles günstigeres Milieu dar als im vorigen Sommer; in der Tat konnte die Abteilung vom 6. Juli 1927 ab die Entwicklung von 2 Generationen der Anophelesmücke in dieser Grube feststellen.

Die Verfolgung des Wasserbereiches des Sees Poganoje bestätigte noch einmal, daß bei guten biologischen Bedingungen und verhältnismäßig günstiger aktuellen Reaktion des Milieus, aber bei kleinem Gehalt an Kalziumsalzen und verhältnismäßig großem Gehalt an Eisen die Mücke der Wasseransammlung ebenso ausweicht wie den Sphagnumgewässern.

Somit bestätigte die Erfahrung des Jahres 1926 im allgemeinen die Ergebnisse der hydrobiologischen Untersuchungen des vorigen Jahres und wies auf die Richtigkeit der gewählten Arbeitsrichtung im Sinne der regionären Limnologie hin, die Abhängigkeit des Milieus, in welchem sich die Anopheleslarven entwickeln, vom geologischen und geobotanischen Bau des Wasserbettes zu studieren.

Zur Klärung der Rolle einzelner chemischer Faktoren wurde in der dritten Saison (1927) neben den Untersuchungen an den Torfmooren auch eine Reihe von Experimenten sowohl im Felde als auch im Institut angestellt. An der entomologischen Abteilung des Tropeninstituts errichteten wir ein Insektarium  $6 \times 2 \times 2$  m mit künstlichen Wasserbehältern, die mit bestimmten Lösungen verschiedener Anionen und Kationen in destilliertem Wasser gefüllt wurden. In die Wasserfänge wurden dann Plankton und Anopheleslarven hineingebracht. Wir änderten die chemischen Faktoren und verfolgten die Entwicklung der Larven, ihre Ernährung (Larven wurden seziert) und ihre Verteilung in den Gewässern verschiedenen Inhalts. Die Wahl der Lösungen für die Wasserbehälter sollten die Bedeutung der aktuellen Reaktion des Milieus, und die Bedeutung des Kalziums und Eisens für die Larvenentwicklung feststellen. Diese experimentellen Untersuchungen bestätigten die dominierende Rolle der Wasserstoffionenkonzentration, als einen der Faktoren, welche die Entwicklung der Larven der Malaria-Mücke und den Instinkt des Weibchens bei der Wahl der Wasseransammlungen für das Eierlegen beeinflussen. Die in künstliche Wasserfänge mit niedrigem pH eingebrachten Larven gingen im Laufe der ersten 2 Tage zugrunde, und die weiblichen Imagines wichen solchen Gewässern aus, insbesondere, wenn die letzteren reich an organischen Stoffen bei niedrigem Prozent der Sauerstoffsättigung waren. Die Versuche über die Bedeutung des Eisens schlugen fehl und müssen wiederholt werden. Auch die Wasserbehälter, in denen die Rolle des Kalziums erkundet werden sollte, ergaben keine eindeutigen Resultate; sowohl bei

kleinem, als auch bei höherem Gehalt an Kalzium wurde ein gleicher Prozentsatz (17%) der Ausflüge beobachtet, doch wurde der Wasserfang mit hohem Kalziumgehalt von den Anophelesweibchen für das Eierablegen bevorzugt: in das Milieu mit größerem Ca-Gehalt wurden Eier 5 mal gelegt, in den andern Wasserfang nur 3 mal. Vielleicht war hier das Ca-ion begleitende Cl'-anion von gewissem Einflusse.

Die Untersuchung der Ernährung der Larven, die sich in den künstlichen Wasserfängen entwickelten, ergab keine bedeutenden Resultate infolge der beschränkten Zeit, die dieser Frage gewidmet werden konnte.

Das Leben in den experimentellen Gefäßen entwickelte sich nur langsam, und im August und September entstand die Möglichkeit in den Wasserbehältern nach der Entwicklung von massenhaften Algenformen (Volvocineae und Protococcoideae) und Tierchen (Rotatoria) kleine biologische Unterschiede festzustellen. Dem Mitarbeiter der Abteilung G. D. Gontscharoff gelang es, die Beobachtung von Beklemischeff und Mitrofanowa über den Umschlag in der Ernährung der Anopheleslarven zu bestätigen. Dieser tritt ungefähr beim Übergang aus dem 2. in das 3. Entwicklungsstadium ein, indem die Larven von Pflanzen- zu Tierfressern werden. Es gelang aber nicht, unsern Grundgedanken, mit welchem wir uns an die Erforschung dieser Frage machten, nämlich die Rolle eines kompensierenden Einflusses der Ernährungsbiologie der Larven auf ihre Entwicklung in Gegenwart ungünstiger chemischer Faktoren des Milieus, so eindeutig zu verfolgen, daß wir irgendwelche Schlüsse ziehen konnten. Jedoch kann auf Grund der Unterschiede in der Entwicklung des Zoo- und Phytoplanktons in unseren Gefäßen vermutet werden, daß ein Überwiegen des tierischen Charakters des Planktons die Entwicklung der Larven begünstigt, jedenfalls in den letzten 2 Stadien. Diese Angaben bestätigen ein übriges Mal, daß für die Entwicklung der Larven die chemische Zusammensetzung des Wassers maßgebend ist, und nicht die Anwesenheit dieser oder jener Arten der Mikroflora und -fauna.

Für die Versuche im Felde wählten wir eine Lehmgrube, deren kleine Dimensionen die Ausführung der Versuche sehr begünstigten. Im August, als die Grube von Anopheleslarven der I. bis III. Altersstufe reichlich besiedelt war, füllten wir in die Grube  $1\frac{1}{4}$  l starke Schwefelsäure (das machte ungefähr 0,02% aus) und verfolgten darauf die Entwicklung der Larven und die Veränderung der aktuellen Reaktion des Milieus. Die Larven verschwanden am 3. Tage und kamen nicht mehr zum Vorschein, die pH-Schwankungen waren (wie aus der Tabelle ersichtlich) im Laufe des ersten Monats klein, um gegen Ende des 2. Monats bis 3,62, des 3. bis zu 5,29 anzusteigen.

Tabelle II.

Versuch einer Veränderung des pH des Milieus in einer Lehmgrube.

10. August	6,03 vor der $H_2SO_4$ -Hinzufügung
13. „	2,09 nach „ „
16. „	2,09
Ende „	2,66
Ende September	3,62
13. Oktober	3,62
16. November	5 29

Es ist sehr wünschenswert, diesen Versuch, der so interessante Resultate ergab, an einer größeren Anzahl von verschiedenartigen Wasseransammlungen zu wiederholen.

Außer der Erforschung der Ökologie der Anopheleslarve stellte sich die hydrobiologische Abteilung als Aufgabe die Vereinfachung der Untersuchung der chemischen Zusammensetzung des Wassers, um den Malariastationen die Möglichkeit zu verschaffen, eine Abschätzung der Gewässer vom Malariastandpunkte nach den durch die Arbeit der Abteilung festgestellten Grundmerkmalen ausführen zu können. In dieser Hinsicht kamen wir auf Grund unserer Versuche zu dem Schluß, daß für die Praxis und für Massenuntersuchungen die Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit, der Wasserstoffionenkonzentration und der Oxydierbarkeit von größter Bedeutung sind

### Literatur.

(Die Beiträge sind herausgegeben von der hydrobiologischen Abteilung des Tropeninstitutes.)

1. Smorodinzew, I. A., und Adowa, A. N., Die aktuelle Reaktion der an den Torfgewinnungsstellen entstehenden Wasserlöcher. R. Journ. Trop. Med. 4/6. (1925.) Russisch.
2. - - - Der Sauerstoffgehalt der Torfgruben im Herbst 1925. R. Journ. Trop. Med. 2. (1925.) Russisch.
3. — — — Eine vergleichende Untersuchung des pH der Torfwässer mittels der elektrometrischen und kolorimetrischen Methode. R. Journ. Trop. Med. 4, 2 (1926.) Russisch.
4. — — — Vergleichende Bestimmungen der aktuellen Reaktion von Torfwässern. Arch. f. Hydr. 17, 173. (1926.)
5. Sebenzow, B. M., Das Plankton der Torfgruben in Zusammenhang mit der Verbreitung der Anopheleslarven in ihnen. R. Journ. Trop. Med. 3, 9. (1926.) Russisch.
6. Nikitinsky, W. J., Die biologischen, physikochemischen Eigenschaften der Torfgruben und die Bedingungen der Entwicklung der Larven des *Anopheles maculipennis* in ihnen. R. Journ. Trop. Med. 3, 13. (1926.) Russisch.
7. — — — Die hydrobiologische Arbeit an den Torfgewinnungsstellen und deren Ergebnisse. Verhandlungen der I. Tagung der Ärzte der Torfgewinnungsstellen. Moskau (1926.) Russisch.
8. Adowa, A. N., Nikitinsky, W. J., und Sebenzow, B. M., Biologie et constitution physico-chimique des tourbières et conditions qui y règlent le stationnement des larves d'*Anopheles*. Bull. d. l. Soc. de Pathol. Exot. XX, 192. (1927.)
9. Smorodinzew, I. A., und Adowa, A. N., Vergleichende Bestimmungen der Oxydierbarkeit der Torfwasser nach den Methoden von Kubel und Schultz. R. Journ. Trop. Med. 1/16 (1927.) Russisch.
10. Adowa, A. N., Nikitinsky, W. J., et Sebenzow, B. M., Biol. et constitution physico-chimique des tourbières et conditions qui y règlent le station. des larves d'*Anopheles*. Bull. de la Soc. de Pathol. Exot. XX, 271. (1927.)

11. Adowa, A. N., et Sebenzow, B. M., Biologie et constitution physico-chimique des tourbières et conditions qui y règlent le stationnement des larves d'*Anopheles*. Bull. de la Soc. de Pathol. Exot. XX, 811. (1927.)
12. Smorodinzew, I. A., et Rawitch-Tcherbo, M. I., Der Zusammenhang zwischen dem Gehalt der Torfwasser an organischen und Mineralstoffen und dem Vorhandensein von *Anopheles*larven in ihnen. R. Journ. Trop. Med. 5, 155 (1927). Russisch.
13. Dömina, N. A., und Nikolsky, W. W., Die Abhängigkeit der Larvenentwicklung von *Anopheles maculipennis* von der chemischen Zusammensetzung des Wassers. Verhandlungen der 4. Tagung der Wolgaärzte 1927. S. 304. Russisch.
14. — — Die Auswahl der Wasserstellen durch das Weibchen der *Anopheles maculipennis* für das Eierlegen in Abhängigkeit von der chemischen Zusammensetzung des Wassers. Verhandlungen der 4. Tagung der Wolgaärzte (1927.) S. 310. Russisch.
15. Smorodinzew, I. A., und Adowa, A. N., Die Refraktion der Torfwässer in Zusammenhang mit der Frage nach der Anwendung der Refraktometrie in der Biologie. R. Journ. Trop. Med. 10, 635. (1927.) Russisch.
16. Adowa, A. N., und Rawitch-Tscherbo, M. I., Der Sauerstoffgehalt der Torfwässer. R. Journ. Trop. Med. 10, 639. (1927.) Russisch.
17. Adowa, A. N., Ergebnisse der 3jährigen Tätigkeit der hydrobiologischen Abteilung des Moskauer Tropeninstitutes. Verhandlungen der 4. Tagung der Wolgaärzte 1927. S. 300. Russisch.
18. Smorodinzew, I. A., und Adowa, A. N., Elektrische Leitfähigkeit und Refraktion der Torfwässer. Journ. f. russ. chem. Gesellsch. 60, 497. (1928.) Russisch.
19. Sebenzow, B. M., und Adowa, A. N., Bericht der hydrobiologischen Abteilung über die Tätigkeit in Jahre 1926. R. Journ. Trop. Med. 6, 54. (1923.) Russisch.
20. — — Die biologischen und physikochemischen Eigenschaften der Torfgruben und die Bedingungen ihrer Besiedelung durch *Anopheles*larven. R. Journ. Trop. Med. 6, 89. (1928.) Russisch.
21. Smorodinzew, I. A., und Adowa, A. N., Eine vergleichende Bestimmung der aktuellen Reaktion von Torfwässern. Arch. f. Hydrob. 19, 323. (1928.)
22. Adowa, A. N., und Sebenzow, B. M., Ergebnisse der 3jährigen Tätigkeit der hydrobiologischen Abteilung des Tropeninstitutes in Moskau. Verhandlungen der 2. Tagung der Ärzte der Torfgewinnungsstellen Moskau 1928. Russisch.

# Zur Biologie der *Chimabache fagella* F.

Von

V. v. Butovitsch, Eberswalde.

(Aus dem I. zoolog. Institut der Forstl. Hochschule Eberswalde.)

Im Spätherbst 1928 traten in den Buchenbeständen der Umgegend von Eberswalde eine Reihe blattfressender Schädlinge sehr zahlreich auf. Außer der sonst häufigen *Dasychira pudibunda* L., *Hylophila prasinana* L., *Chimabache boreata* Hb. u. a. fielen durch sehr intensiven Befall einige blattverspinnende Kleinschmetterlingsraupen auf, von welchen besonders eine Art, zunächst wegen der Größe ihrer Raupe, die Aufmerksamkeit auf sich lenkte. Diese nicht ganz 2 cm lange, gelblichweiße Raupe verspinnt zwei übereinander liegende Blätter so, daß das obere mit seiner Unterseite fest auf der Oberseite des andern liegt. Sie decken sich aber nur etwa zur Hälfte, indem das obere Blatt nach rechts, das untere nach links, oder umgekehrt zu liegen kommt. In der Regel weisen die Blattstiele nach ungefähr derselben Seite hin. Zwischen diesen ziemlich fest aufeinander liegenden Blättern wohnt die Raupe. Solche Nester findet man an Unterwuchs, aber auch an niederen Zweigen älterer Buchen. Ob sie dort höher in den Zweigen vorkommen, ist nicht festgestellt worden. Wenn man derartige Blätter gegen das Licht hält, erkennt man die Raupe, deren eigentümlich gebaute, keulenförmige letzte Brustbeine schon bei solcher Betrachtung auffallen.

Um die Art dieses Blattbewohners festzustellen und um dessen Lebensweise genauer feststellen zu können, sind die besetzten Zweige in das Institut gebracht worden; sie wurden in mit Wasser gefüllte Gläser gestellt und beobachtet. Gleichzeitig wurden parallele Beobachtungen im Freien angestellt, solange es die Witterung und die Schneeverhältnisse zuließen. Wiederholt ist frisches Material eingetragen worden.

Schon am ersten Tage ihres Aufenthaltes im Zimmer machten sich die Raupen auf eine ganz merkwürdige Weise bemerkbar. Kurze Zeit nachdem die bewohnten Zweige eingebracht wurden, erscholl ein leises, jedoch sehr deutlich wahrnehmbares Zirpen, das ungefähr wie Grillenzirpen klang. Die Töne kamen von dem Tisch, auf dem die Gläser mit Zweigen standen. Als Urheber dieser Töne erwies sich die Raupe selbst.

In ihrem Nest sitzend bewegte sie ihre letzten Brustbeine sehr schnell hin und her, nach vorn und hinten. Aus ihrem Versteck herausgenommen und auf ein trockenes Blatt gelegt, reagierte die Raupe durch dieselben Bewegungen; das Zirpen war wegen der trockenen Unterlage noch deutlicher zu hören. Das zweite Glied des dritten Brustbeines der „Sängerin“, wie sie getauft wurde, ist sehr stark erweitert, das dritte trägt an der Spitze eine nach hinten gekrümmte, krallenförmige Klaue. Die zwei ersten Beinpaare sind klein und normal gebaut. Durch die Reibung der keulenförmigen Beine an der Blattoberfläche, wobei die Klauen höchstwahrscheinlich die Hauptrolle spielen, entsteht das eigentümliche Zirpen der Sängerin. Der Klang oder Ton selbst ist, wie schon oben gesagt, dem Zirpen der Grille nicht unähnlich, selbstverständlich viel leiser, doch fehlt der Laut i; es ist also keine Vokalmusik, sondern ein Konsonantenlaut, ein Geräusch. Was die Raupe zum Musizieren veranlaßt, konnte nicht sicher festgestellt werden. Wahrscheinlich ist die Temperatur, namentlich Temperaturschwankungen, ein sehr wichtiger Faktor. Regelmäßig, nachdem die Zweige ins Zimmer gebracht und womöglich der Sonne ausgesetzt wurden, begannen die Sängerinnen etwa nach 5—10 Minuten zu zirpen; nach einer halben Stunde ließ das Zirpen nach und nach einer Stunde verhielten sich die Raupen ganz ruhig. Auch auf andere Reize, wie Tabakrauch, ebenso beim Heranbringen einer starken elektrischen Glühlampe reagierten die Raupen durch die charakteristischen Beinbewegungen; jedoch waren die Töne weit leiser als bei direkter Sonnenbestrahlung. Im Freien kann man das Zirpen der Raupe auch hören, doch wird es durch andere Geräusche meist übertönt. Ich konnte die Sängerin draußen nur einmal hören; das Zirpen war sehr deutlich, denn ich wurde, an was anderes denkend, durch die Töne aufmerksam gemacht. Es war an einem windstillen Oktoberabend beim Sonnenuntergang.

Es scheint, daß die eigentümliche Beinbewegung der Raupe nicht nur durch Temperatur hervorgerufen wird, denn, nachdem die Sängerinnen in ein warmes Zimmer untergebracht waren und sich an die neuen Luft- und Temperaturverhältnisse gewöhnt haben, zirpten sie auch in den Abendstunden — allerdings nur vereinzelt — weiter, trotzdem die Temperatur im Zimmer unverändert war. Dieses Zirpen muß daher auf bestimmte innere Reize zurückgeführt werden, zumal die Raupen hauptsächlich in dieser abendlichen Zeit zu fressen begannen. Am wahrscheinlichsten ist anzunehmen, daß das abendliche Zirpen der Raupen durch das Gefühl der Sättigung oder des Hungers hervorgerufen wird.

Zur Nahrungsaufnahme kriechen die Raupen halb oder ganz aus ihrem Versteck heraus und befressen die benachbarten Blätter von der Kante aus so, daß größere unregelmäßige Fraßstellen entstehen. Die Mittelrippe wird meist nicht, höchstens in der Not angenommen. Oft werden auch die zum Nest gehörenden Blätter nicht verschont, manchmal beißt die Raupe die Nestblätter so, daß sie mit einem Teil des Nestes zu Boden fällt.



Die Raupen fressen in der Hauptsache abends und nachts, seltener am Tage. Die Hauptnährpflanze ist die Buche, es werden aber auch andere Holzarten, wie Hainbuche, Eiche und Birke angegangen. Die Bauart des Nestes bei diesen Holzarten ist genau dieselbe, wie bei Buche.

Wird eine Sängerin aus ihrem Nest herausgenommen und auf ein neues Blatt gelegt, so bleibt sie erst unbeweglich, beginnt aber bald mit der Anfertigung der neuen Wohnung; dieses Geschäft dauert 5—6 Stunden bis zu einem Tage. Das Spinnvermögen ist auch bei der erwachsenen Raupe gut ausgebildet. Wird die Raupe außerhalb ihres Nestes berührt, und kann sie nicht wieder in ihr Versteck zurück, so spinnt sie sich an einem Faden zu Boden.

Kurz vor der Verpuppung werden die Raupen träge, das Zirpen hört vollständig auf. Sie kommen nicht mehr aus ihrem Versteck heraus, werden immer blasser und nehmen endlich eine gelblichweiße, wachsähnliche Färbung an. Im Nest fertigen sie ein weißes lockeres Gespinnst an, in welchem die Puppe ruht.

Die erste Raupe verpuppte sich im Institut am 15. Oktober. Nach drei Wochen schlüpfte der erste Falter, *Chimabache fagella* F. Es war ein plumpes Weibchen mit verkümmerten Flügeln, was bekanntlich für die Weibchen der Gattung *Chimabache* charakteristisch ist.

Der Umstand, daß bei den Raupen die hinteren Brustbeine stark keulenförmig ausgebildet waren, ließ von vornherein vermuten, daß sie der Gattung *Chimabache* Zll. angehören, da sie als charakteristisches Merkmal für diese Gattung anzusehen sind. Die Vermutung fand bald eine Bestätigung: Im Juni dieses Jahres wurde unter anderen Apfelbaumschädlingen eine Kleinschmetterlingsraupe in das Institut eingesandt, die die Apfelbaumblätter in ähnlicher Weise verspann und befraß; die Raupe zeigte gleichfalls stark verdickte hintere Brustbeine, welche sie lebhaft hin und her bewegte; ob dadurch Töne entstehen, wurde nicht beobachtet. Die Apfelbaumraupe verpuppte sich bereits einen Monat bevor ihre an Buchen fressenden Verwandten in das Institut gebracht wurden (4. Oktober); wenige Tage nachher (10. Oktober) schlüpfte der Falter, der sich als *Chimabache phryganella* H. erwies.

# Insekten als Überträger von Pflanzenkrankheiten.<sup>1)</sup>

Von

Karl Böning.

(Bayer. Landesanstalt für Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München.)

Die ältesten Beobachtungen über eine Beteiligung von Insekten an der Verbreitung von parasitären Pflanzenkrankheiten gehen auf die 80er Jahre des vorigen Jahrhunderts zurück. 1884 schrieb Forbes (106) die Übertragung des Blüten- und Zweigbrandes (fire-blight) der Birnbäume der Wiesenwanze *Lygus pratensis* zu; im gleichen Jahre erwähnte Worthington Smith (75), daß der durch die Konidien des Mutterkornpilzes erzeugte Honigtau durch Fliegen verbreitet werde, eine Feststellung, die 1887 wahrscheinlich unabhängig von Smith von de Bary (13) wiederholt wurde. Der erste experimentelle Nachweis der Übertragung aber wurde erst 1891 für die genannte fire-blight-Krankheit von Waite (149) geführt, dessen Untersuchungen weitere Arbeiten in dieser Richtung veranlaßten. Ein anderer Pionier in der Erforschung der Beziehungen von Pflanzenkrankheiten und Insekten war Erwin F. Smith (142), dessen Untersuchungen zusammengefaßt in seinem bekannten 3bändigen Werke über bakterielle Pflanzenkrankheiten niedergelegt sind. An erster Stelle steht hier die bakterielle Welkekrankheit der Gurken, die wiederum auch andere Autoren zu weiteren Forschungen angeregt hat. Handelte es sich bis dahin um Einzelfälle von insektenübertragbaren Krankheiten, so hat der Fortschritt der phytopathologischen Wissenschaft in den letzten Jahren in den Viruskrankheiten eine ganze Gruppe von Krankheiten ermittelt, die in ihrem Wesen eng an die Übertragung durch Insekten angepaßt sind. Die erste experimentelle Feststellung durch Ball (171) im Jahre 1905 hinsichtlich der Übertragung der kalifornischen Rübenblattrollkrankheit durch eine Zikade liegt aber auch hier schon über 2 Jahrzehnte zurück.

<sup>1)</sup> Vortrag, gehalten auf der VII. Mitgliederversammlung der Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie in München. Bei der Erstattung des Vortrages wurde der Wunsch geäußert, eine möglichst umfassende Darstellung mit ausgiebigen Literaturhinweisen zu publizieren. Der Vortrag hatte sich naturgemäß mit der Anführung einiger typischer Beispiele begnügen müssen.

Mit diesem kurzen historischen Überblick sind auch gleichzeitig die Angaben über die Natur der Krankheiten gemacht, die durch Insekten übertragen werden. Daß es sich dabei ausschließlich um Infektionskrankheiten handelt, bedarf keiner besonderen Auseinandersetzung. Bakterielle wie pilzliche Krankheitserreger können durch Insekten verbreitet werden. Pflanzenpathogene Protozoen, deren Bedeutung aber nur gering ist, werden sogar ausschließlich mit Hilfe von Insekten übertragen. Am wichtigsten dürfte die Rolle der Insekten bei der Verbreitung von Viruskrankheiten sein.

An der Übertragung von Pflanzenkrankheiten sind zwar Insekten der verschiedensten Ordnungen beteiligt, einige Gruppen wie die Rhynchoten aber scheinen in besonderem Maße für die Rolle als Zwischenträger geeignet zu sein. Welche Arten im einzelnen Falle beteiligt sind, hängt in der Hauptsache davon ab, in welcher Form die Übertragung stattfindet. Die Anpassung wird natürlich enger sein können, wenn das Insekt notwendigerweise auf die Pflanze als Nahrungsquelle angewiesen ist, als wenn es nur zu deren zufälligen Besuchern zählt.

Nach der Lebensweise der übertragenden Insekten und ihren Beziehungen zur Wirtspflanze können sämtliche Vorkommnisse zunächst folgende zwei Hauptgruppen eingeteilt werden.<sup>1)</sup>

Im ersten Falle ist die Übertragung mit keiner Verletzung der Pflanzen verbunden. Die übertragenden Insekten sind selbst keine Pflanzenschädlinge, zumindest ist ihre Tätigkeit als Überträger von ihrem sonstigen Verhalten zur Pflanze unabhängig. Die Insekten kommen beim Besuch kranker Pflanzen mit dem Krankheitserreger oder dessen Vermehrungsformen in Berührung, diese bleiben an ihrem Körper äußerlich haften und werden bei der Überwanderung passiv mitgeführt und an empfänglichen Organen neuer Wirte zufällig oder auf Grund der Lebens-

<sup>1)</sup> Die Amerikaner Rand und Pierce (6) haben bereits vor einigen Jahren in einer sehr sorgfältigen Arbeit alles Tatsachenmaterial, das damals vorlag, zusammengetragen und dabei auch eine Einteilung sämtlicher Vorkommnisse versucht, wobei sie im wesentlichen sich danach richteten, wo sich der Krankheitskeim am Überträger befindet. Sie kamen so zur Unterscheidung zweier großer Gruppen: der äußeren Übertragung, wobei der Krankheitskeim dem Insekt äußerlich anhaftet und der inneren Übertragung, wobei der Krankheitskeim sich im Innern des Insektenkörpers aufhält. Jede Gruppe teilten sie wieder in zwei Untergruppen ein, und zwar unterschieden sie bei der äußeren Übertragung zwischen einer Untergruppe, bei der eine direkte Beimpfung durch das übertragende Insekt stattfindet, und einer weiteren, bei der die Infektion mehr zufälliger Natur ist. Hinsichtlich der inneren Übertragung unterschieden sie zwischen mechanischer und biologischer Form der Beziehungen zwischen Insekt und Krankheitserreger. Die Unterteilung der 2. Hauptgruppe in mechanische und biologische Übertragung ist unglücklich, weil hier Begriffe gebraucht werden, die sehr dehnungsfähig sind, namentlich ist der letztere sehr anfechtbar, da wir es ja ganz allgemein mit einem biologischen Problem zu tun haben. Wenn im folgenden eine andere Einteilung vorgenommen wurde, so muß allerdings zugestanden werden, daß jede Einteilung, wenn sie auch eine Übersicht ermöglicht, etwas künstliches an sich hat, weil sie mitunter ein und dieselbe Krankheit auseinanderreißen und in verschiedenen Gruppen anführen muß.

weise des Insekts abgestreift. Diese Art der Übertragung bringt es mit sich, daß an das Insekt selbst meist keine besonderen Anforderungen gestellt werden, und so finden wir in den hierhergehörigen Fällen die verschiedensten Insekten auch bei ein- und derselben Krankheit an der Übertragung beteiligt. Will man einen kurzen Ausdruck für diese Art der Übertragung finden, so darf man vielleicht von „Kontaktübertragung“ sprechen.

Als zweite Hauptgruppe wäre diesen Vorkommnissen jene Form der Übertragung gegenüberzustellen, bei der eine Verwundung der Wirtspflanze erfolgt und mit dieser die Infektion. Die übertragenden Insekten sind also im Gegensatz zur ersten Gruppe immer selbst Pflanzenschädlinge. Für diese Form der Übertragung dürfte der Ausdruck „Wundübertragung“ passend sein.

Was nun die erste Gruppe der Kontaktübertragung angeht, so lassen sich die hierhergehörigen Fälle am leichtesten mit der Rolle vergleichen, die die Insekten auch bei der Bestäubung der Blüten spielen. Beim Besuch dieser werden sie bekanntlich mit dem Pollen eingestäubt und übertragen diesen zwangsläufig beim Besuch auf weitere Blüten. Setzen wir an Stelle des Pollens die Sporen eines Pilzes, so haben wir diese einfachste Art der Übertragung von Krankheiten vor uns. So wird auch beispielsweise der Antherenbrand von *Melandryum album* und *Saponaria officinalis* ebenso wie der Pollen selbst durch Nachtschmetterlinge übertragen. (Brefeld u. Falk [15], Jensen [43].)

Nach Sturgis (83) erfolgt die Übertragung des Limabohnenmehltaus *Phytophthora phaseoli* bereits während der Blüte an die jungen Fruchtanlagen durch die blütenbesuchenden Bienen. In ähnlicher Weise vermutet Clinton (22) eine Blütenübertragung der durch *Leptosphaeria coniothyrium* erzeugten Welkekrankheit der Himbeeren. Nach Caldis (20) wird die durch *Fusarium moniliiforme* hervorgerufene Fäule der Feigen durch die Feigengallwespe *Blastophaga psenes*, welche die Kaprifikation vollzieht, übertragen.

Von ebensolcher Bedeutung wie für die Befruchtung der höheren Pflanzen dürfte der Insektenbesuch für verschiedene Rostpilze sein. Schon in der älteren Literatur finden sich verschiedentlich Hinweise darauf, daß die einzelnen Fruchtformen der Rostpilze durch Insekten verbreitet werden. Man zog diesen Schluß aus der auffälligen Färbung der Sporenlager und dem anlockenden Duft, der z. B. den Pykniden oder Spermogonien entströmt. In anderen Fällen werden süße Säfte z. B. durch die Äcidien ausgeschieden.<sup>1)</sup> (Magnus [50], Klebahn [46], Falk [30], Freemann [31], Johnson [44], Snell [76], Gravatt und Marshall [36] u. a.)

<sup>1)</sup> An dieser Stelle möchte darauf hingewiesen werden, daß sich biologische Einrichtungen zur Anlockung von Insekten bei niederen Organismen ausschließlich da finden, wo die Verbreitung durch Kontaktübertragung erfolgt, bei Wundübertragung dagegen unbekannt sind.

Die biologische Bedeutung der Insektenübertragung bei Rostpilzen wurde erst kürzlich von Craigie (26) klargestellt, der damit auch die bisher unbekannte Bedeutung der Pykniden aufhellte. Die Bildung der Äcidien-generation setzt bei heterothallischen Rostpilzen die Vereinigung zweier verschieden geschlechtlicher Myzelien voraus, die ursprünglich aus den Basidiosporen hervorgegangen sind und die Spermogonien gebildet haben. Die Vereinigung erfolgt durch Sporenmischung in diesen, und dieser Vorgang wird in der Natur durch Insekten vollzogen, namentlich durch Dipteren und Blasenfüße, die von den Pykniden angelockt werden.

Von weiteren Pilzkrankheiten, die auf ähnliche Weise übertragen werden, können nur die folgenden kurz erwähnt werden. Fliegen der Gattung *Drosophila* übertragen nach Clinton (21) die durch *Glomerella cingulata* erzeugte Äpfelbitterfäule, eine Feststellung, deren praktische Bedeutung indessen von Burill (17) bezweifelt wird. Zu den am längsten bekannten Fällen von Insektenübertragung gehört die bereits erwähnte Verbreitung der Konidienform des Mutterkornpilzes durch verschiedene Fliegen (Smith [75], de Bary [13], Stäger [77]). Nach Jones, Giddings und Lutman (45) können größere Insekten wie Käfer die Sporen von *Phytophthora infestans* über größere Strecken verschleppen. In ähnlicher Weise soll auch *Phytophthora faberi* auf den Kakaofrüchten verbreitet werden (Dade [28]). Die Schwarzfäule und Ringfäule der Bataten (*Ipomaea batatas*) wird durch Spinnen, Milben und Fruchtfliegen verbreitet (Taubenhaus [86]). Ameisen übertragen Botrytissporen, die eine Erkrankung der Päonien verursachen (Whetzel [90]). *Cercospora beticola* kann u. a. durch Käfer übertragen werden (Mc Kay und Pool [55]). Snell (76) fand Sporen des Kronenrostes der Johannisbeere an ca. 40 verschiedenen Insektenarten und konnte in zahlreichen Fällen auch direkt nachweisen, daß diese Insekten eine Übertragung vermitteln. Der Flachs-erdfloh *Longitarsus parvulus* trägt die Sporen von *Polyspora lini* Laff. von den unteren Blättern in die Triebspitze (Pethybridge und Lafferty [66]).

Von Bakterienkrankheiten sei die Verbreitung der an den Infloreszenzen auftretenden Form des amerikanischen Zweig- und Blütenbrandes der Pomaceen, die im äußeren Bild unserer Monilia-Blütenwelke der Sauerkirsche ähnelt, durch Kontaktübertragung erwähnt. Die auf die Birnenblüte gelangten Bakterien vermehren sich im Nektar und werden dann von den besuchenden Insekten, Bienen, Wespen und Fliegen, auf weitere Blüten verbreitet. Dort abgesetzt, vermehren sie sich lebhaft weiter und vermögen in die Gewebe des Stielchens und von da weiter in den Stengel einzudringen, wo sie dann den Zweigbrand, d. h. ein Abwelken der Blätter und Dürwerden der Triebe verursachen. (Waite [149 bis 153], Whetzel [154, 155], Reed [132], Gossard [108—110], Stewart [146, 147, 155], Hotson [113] u. a.) Die Bedeutung der Kontaktübertragung in diesem Falle wurde jedoch nach Ansicht anderer Autoren überschätzt (Root [133]), die der Wundübertragung durch fressende und

saugende Insekten eine größere Rolle zuweisen (vergl. weiter unten.) Nach R. E. Smith, C. O. Smith und Ramsey (143) übertragen Fliegen eine an den Walnüssen auftretende durch *Pseudomonas juglandis* erzeugte Bakteriose. Nach Johnston und Hitchcock (117) verbreiten Fliegen der Gattung *Drosophila* eine Bakterienkrankheit der Opuntien; hier sollen aber ebenfalls fressende Insektenlarven eine Rolle spielen.

War in den bisher behandelten Fällen der Krankheitskeim lediglich äußerlich am Insektenkörper haftend, so kommt es auch gelegentlich vor, daß ihn das übertragende Insekt in seinen Körper aufnimmt. Er passiert dann den Darm und verläßt ihn mit dem Kot, wobei er seine Virulenz beibehält. Die Übertragung erfolgt dann nicht allein mit den außen anhaftenden Keimen, sondern auch mit dem Kote. Eine Vermehrung oder Veränderung erfährt der Krankheitskeim bei seiner Wanderung durch den Darm hierbei nicht. So werden die Honigtaukonidien des Mutterkornpilzes, die in der Hauptsache, wie bereits erwähnt, nur äußerlich übertragen werden, auch von manchen Fliegen innerlich aufgenommen und noch virulent ausgeschieden (Mercier [56]). Bei der durch den Stinkmorchelpilz *Ithyphallus coralloides* hervorgerufenen Wurzelfäule des Zuckerrohrs nehmen Ameisen, Fliegen und Käfer die Sporen auf, diese passieren den Darm und gelangen z. B. durch Ameisen in den Boden, wo sie unter günstigeren Bedingungen die Wurzeln befallen (Cobb [23]. Auch andere Stinkmorchelpilze werden durch Insekten ausgesät (Standen [79], Gerard [34], Fulton [33]).

Die zweite Hauptgruppe, bei der die Übermittlung der Krankheitskeime im Gegensatz zur Kontaktübertragung in die vom Überträger erzeugte Wunde erfolgt, läßt sich vielleicht in folgender Weise weiter einteilen. In einem Falle beschmutzten die Insekten bei der Beschädigung der kranken Wirtspflanze vorwiegend ihre Mundteile mit den Vermehrungsformen des Krankheitserregers und übertragen diesen auf die gleiche Art bei der Nahrungsaufnahme auf weitere Wirte. Ähnlich wie bei der Kontaktübertragung befindet sich auch hier der Erreger nur äußerlich am Insekt; er wird aber durch die erfolgende Verwundung des Wirtes direkt in dessen Gewebe verbracht (adherente Wundübertragung). Im anderen Falle erfolgt bei der Nahrungsaufnahme eine Einverleibung des Krankheitskeimes in den Körper des Insekts. Die Übertragung geschieht später durch Ausscheidung des Erregers in die Wunde (excretorische Wundübertragung).

In gewissem Sinne gehören auch diejenigen Fälle hierher, in denen Insekten durch ihre Tätigkeit erst die Möglichkeit schaffen, daß sich Krankheitskeime ansiedeln und event. in das Innere von pflanzlichen Geweben eindringen. Das Auftreten von Krankheiten im Anschluß an den Befall durch Insekten kann beispielsweise so vor sich gehen, daß die von ihnen erzeugten Verwundungen — sei es durch Fraß- oder Bohrtätigkeit — erst die Eingangspforte für Krankheitserreger schaffen. So

siedelt sich z. B. der Erreger der Rotfäule des Zuckerrohrs *Colletotrichum falcatum* an durch Insekten, in diesem Falle Bohrkäfer, hervorgerufenen Verwundungen an. (Barber [12], Lewton-Brain [49], Butler [18], Butler und Hafiz Khan [19]). Nach Waite (89) benützt der Erreger des Hickorynußbaumschorfes *Fusicladium effusum* die durch Läuse erzeugten Stichstellen als Eingangspforten. Eine umfangreiche Literatur befaßt sich mit der Infektion der Edelkastanie durch den Erreger der Krebskrankheit *Endothia radicalis* (bezw. *parasitica*). Es ist noch nicht entgültig festgestellt, ob sich der Pilz lediglich an durch Insekten hervorgerufenen Wunden ansiedelt, oder ob er auch tatsächlich durch diese Insekten übertragen wird. (Murill [60], Hodson [41], Metcalf [58], Collins [57], Fulton [32], Rankin [69], Craighead [24, 25], Anderson und Babcock [7], Studhalter [81, 82], Heald [40] u. a.) Die durch *Bacterium malvacearum* erzeugte Blattfleckenkrankheit der Baumwolle soll nach einigen Autoren (Edgerton [103], Faulwetter [104, 105]) ausschließlich an solchen Blättern entstehen, die durch die Verwundungen verschiedener Insekten beschädigt worden sind. Die Bedeutung dieser Übertragung wird jedoch bezweifelt (Snowden [145]). Ähnliches gilt für die durch *Bacterium aptatum* hervorgerufene Bakteriose an Rüben und Kressenblättern (Brown und Jamieson [98]). Insekten können aber auch durch anderweitige Tätigkeit die Ansiedlung von Pflanzenkrankheiten begünstigen. Hier möchte nur der allbekannte Fall erwähnt werden, daß der durch die Blattläuse ausgeschiedene Honigtau die Ansiedlung verschiedener Pilze begünstigt bzw. überhaupt ermöglicht. Eine häufige Folge dieses Befalls ist das Auftreten des Rußtaupilzes, der lediglich von dem ausgeschiedenen Zucker lebt, aber nicht eigentlich als Parasit anzusehen ist. In ähnlicher Weise werden die von Schildläusen befallenen Citrus-Arten leicht von dem Schwärzepilz *Apiosporium citri* besiedelt (Preti [67]). In anderen Fällen wird aber auch durch Läusebefall die Besiedlung von echten Pilzparasiten begünstigt. So beobachtet man vielfach, daß *Cercospora xonata* in besonders starkem Maße an solchen Ackerbohnen auftritt, die stark von Blattläusen befallen sind.

Von einer wirklichen Wundübertragung kann jedoch in diesen Fällen nicht gesprochen werden, eine solche in ihrer einfachsten Form liegt erst vor, wenn das Insekt einen äußerlich anhaftenden Krankheitskeim in eine von ihm selbst erzeugte Wunde verbringt.

Oben war schon von der amerikanischen fire-blight-Krankheit die Rede, deren als Blütenbrand bezeichnete Form von verschiedenen blütenbesuchenden Insekten ohne Wunderzeugung verbreitet wird. Aber dies ist nicht der einzige Weg, der zur Infektion führt. Die Ausbreitung ist nicht allein auf die Blütezeit beschränkt; die Erkrankung selbst wird schon in den Baumschulen d. h. also an noch nicht blühfähigen Bäumchen als „Zweigbrand“ beobachtet (Stewart [147, 148]). Hier erfolgt nun die Ausbreitung hauptsächlich durch saugende Insekten wie Wanzen, Blatt-

läuse und Blattläuse. Diese Insekten besuchen kranke Pflanzenteile und beschmutzen sich dabei mit dem gummosen Ausscheidungsprodukt, das die Keime enthält, und tragen diese auf die Zweigspitzen, wo sie beim Einstechen in das zarte Gewebe Verwundungen schaffen, die für die Bakterien die Eingangspforten bilden. (Whetzel [155], Jones [115, 116], Burill [102], Orton und Adams [122]). Ähnlich erfolgt nach Barss [96], die Verbreitung der bakteriellen Gumbose der Kirschen.

Weitere Bakterienkrankheiten werden auf ähnliche Weise verbreitet. Nach Smith (137) wird *Bacterium solanacearum* durch den Kartoffelkäfer übertragen. Der Erreger der Braun- und Schwarzfäule des Kohls *Pseudomonas campestris* wird durch Blattläuse (Brenner [97]), Raupen und andere Insekten (Smith [139], Russel [134]), die bakterielle Fleckenkrankheit des Blumenkohls *Ps. macolicolum* nach Goldworthy (107) durch die Wanze *Euryophthalmus convirus* verbreitet. Nach Manns (120) erfolgt die Übertragung der Blattfleckenbakteriose des Hafers durch Läuse, das gleiche soll nach Burger (100) bei einer bakteriellen Salatfäule der Fall sein. Die bakterielle Welkekrankheit des Maises (*Stewarts disease*) wird nach Rand und Cash (131) durch Erdflöhe, vielleicht auch Kleinzikaden übertragen, die durch *Bacillus lathyri* erzeugte Schokoladenstreifenkrankheit der Bohnen durch Samenkäfer (Paine und Lacey [123]), die bakteriellen Tumoren der Aleppokiefer nach Petri (125) durch Blattläuse.

Groß ist die Zahl der Pilzkrankheiten, die auf einfache Weise beim Fraßakt übertragen werden. Jedem Obstzüchter ist bekannt, daß die sogenannte Moniliafäule des Stein- und Kernobstes namentlich durch Wespen und Bienen verbreitet wird, die sich an befallenen Früchten mit den Sporen des Pilzes beschmutzen, diese an gesunde Früchte verschleppen und in das günstige Keimbett der Fraßwunde aussäen. Auf ähnliche Weise werden die Sporen des Obstbaumkrebses *Nectria ditissima* durch Insekten, vor allen Dingen durch die Blutlaus, verbreitet. (Ducoux [29], Wiltshire [91], Massee [51]). Dasselbe gilt hinsichtlich des Diplodia-Krebses der Apfelbäume (Cunningsham [27]). Von weiteren Krankheiten seien noch erwähnt, die sogenannten inneren Kapselkrankheiten der Baumwolle (*internal boll disease*), die durch verschiedene Pilze erzeugt werden, welche schon in die jugendlichen Kapseln beim Stich verschiedener Blattwanzen mit eingepflegt werden (Novell [61—63], Rhind [70], Laycock [48], Britton Jones [16], Ballard [11]). Die in Betracht kommenden Pilze können auch auf die Früchte anderer Pflanzen durch Wanzen übertragen werden z. B. auf Tomaten (Asby u. Nowell [9]). Eine ähnliche Krankheit soll auch durch beim Stich übertragene Bakterien entstehen (Ballard und Norris [95]). Weiterhin sind zu nennen die Schwarzbeinigkeit des Kohls, deren Erreger durch die Kohlfliege, Drahtwürmer u. a. Insekten verbreitet werden kann (Ritzema Bos [71], Quanjer [68], Manns [51, 52], die Knospenfäule der Nelken, die mit Hilfe von Milben übertragen wird. (Wolcott [92], Heald [39],



Stewart und Hodkiss [80]), die Ananasfruchtfäule, sowie die durch den gleichen Erreger erzeugte Blattfleckenkrankheit (*Thielaviopsis paradoxa*), an deren Verbreitung Wanzen, Heuschrecken u. a. beteiligt sind (Larsen [47], Ashby [8]), verschiedene Krankheiten der Kaffeebeeren, die durch den Kaffeebohler *Stephanoderes hampei* übertragen werden (Averna-Sacca [10] und noch eine Anzahl weitere Erkrankungen, die dem Literaturverzeichnis entnommen werden mögen (Grossenbacher und Duggar [38], Taubenhauß [85], Martin [53], Turner [87]).

In den Fällen von Wundübertragung, in denen der Krankheitserreger vom Insekt aufgenommen und bei dem Übertragungsakt wieder ausgeschieden wird, stellt das Insekt gewissermaßen einen Zwischenwirt des Krankheitserregers dar, insofern als entweder eine Vermehrung oder Verwandlung im Körper des Insekts stattfindet, oder doch, falls nicht direkt erwiesen, eine solche auf Grund anderer Tatbestände als wahrscheinlich anzunehmen ist. Diese Art von Übertragung findet sich besonders bei Viruskrankheiten, während die übrigen durch parasitäre Mikroorganismen erzeugten Krankheiten nur durch einige Beispiele vertreten sind.

Von den hierhergehörigen Bakterien- und Pilzkrankheiten wird die engere Beziehung zum Insekt dadurch charakterisiert, daß der Krankheitskeim den Darm passiert und mit dem Kot in neu erzeugte Wunden gebracht wird. Der Krankheitserreger behält im Körper nicht allein seine Virulenz bei, sondern erfährt sogar eine Vermehrung, wodurch das Insekt, welches einmal den Erreger aufgenommen hat, für längere Zeit die Eigenschaft beibehält, Keime zu verbreiten. Die am eingehendsten studierte bakterielle Pflanzenkrankheit mit der in Rede stehenden Übermittlung durch ein Insekt ist die durch *Bacillus tracheiphilus* erzeugte Gurkenwelke. Diese Krankheit wird in Nordamerika ausschließlich durch zwei verwandte Käfer übertragen (*Diabrotica vittata* und *Diabrotica duodecimpunctata*), die nicht allein die Verbreitung im Sommer, sondern wahrscheinlich auch die Erhaltung des Keims über den Winter ermöglichen (E. F. Smith [136, 142], Rand [126], Rand und Mitarbeiter [127—129]). Ein kleiner Prozentsatz der Gurkenkäfer kommt nach Rand als Welketräger aus den Winterquartieren. Beim Befressen junger Gurkensämlinge wird der ausgeschiedene mit Welkebakterien beladene Kot mit Tau oder Regen vermischt und kommt so mit frisch verletztem Gewebe zusammen. Nicht jede Verwundung führt zwar zur Infektion, da eine Verletzung des Leitsystems für das Zustandekommen erforderlich ist, aber da die Käfer auch die Blattnerven befressen, so werden die notwendigen Voraussetzungen hinreichend oft erfüllt. Auf solche erfolgreichen Ansteckungen gehen die sporadischen ersten Fälle der Erkrankung im Frühjahr zurück. Nachdem sie einmal vorhanden sind, wird die Krankheit rasch weiter von Pflanze zu Pflanze übertragen und die Ausbreitung geht jetzt noch leichter vor sich, da inzwischen auch die Mundteile der Käfer mit Bakterien besetzt

sind. Je mehr nun im Verlauf der Vegetation die Zahl der Käfer zunimmt, desto mehr nimmt auch das Auftreten kranker Pflanzen zu. Versuche, in denen andere Insekten wie Erdflöhe, Läuse usw. zur Übertragung benutzt wurden, ergaben ein negatives Resultat. Der Erreger selbst konnte im Darmtraktus der Gurkenkäfer nachgewiesen und daraus isoliert werden, aber nur in einem gewissen Prozentsatz der untersuchten Fälle. Der Käfer behält nach der Aufnahme die pathogene Eigenschaft im Mittel 23 Tage, in Einzelfällen bis zu 5—6 Wochen bei. Daraus darf man den Schluß ziehen, daß die Bakterien nicht allein durch den Darm ungehindert passieren können, sondern daß sie sogar eine Vermehrung erfahren müssen, da andernfalls ihre Anwesenheit nach so langer Zeit nicht recht zu erklären wäre.

Zusammenhänge ähnlicher Art bestehen bei dem von Petri (124) näher untersuchten Olivenkrebs. Der Erreger dieser Krankheit, ebenfalls ein Bakterium, wird durch die Olivenfliege *Daucus oleae* übertragen. Die Anpassung erscheint hier noch enger, da die aufgenommenen Bakterien teilweise selbst nach verschiedenen Häutungen in den Blindsäcken des Darms zurückbleiben. Auch bei der letzten Häutung zum fertigen Insekt bleiben einige Bakterien zurück, die nach neuerlicher Vermehrung in den Mitteldarm und von da zum After und dessen Anhangsdrüsen in die Nähe des Legeapparates beim weiblichen Tier gelangen. Bei der Eiablage wird eine kleine Menge Bakterien aus dem After beigefügt. Sie entwickeln sich in dem das Ei umgebenden Schleim und geraten beim Schlüpfen wieder in den Darm der Larven. Nach Petri ist das Verhältnis zwischen Olivenfliege und Krebserregern so eng, daß erstere ihre Entwicklung ohne Anwesenheit der Bakterien nicht ausführen kann. Indes scheint der Krankheitserreger selbst nicht auf die Fliege angewiesen zu sein, da die Krankheit in Nordamerika nicht im Zusammenhange mit ihr auftritt (E. F. Smith [141], Horne und Mitarbeiter [112]). Nach Leach (118) besteht in Nordamerika ein gleiches Verhältnis zwischen *Phorbia fusciceps* Z. und dem Erreger der Schwarzbeinigkeit der Kartoffel. Schließlich ist in diesem Zusammenhang auch noch eine Pilzkrankheit zu erwähnen. Nach Schneider-Orelli (72) soll eine engere Beziehung zwischen dem Bohrkäfer *Xyleborus pyri* und dem Pilz *Monilia candida* bestehen, der sich in dem Kropf der Käfer vermehrt. Er war noch in lebender Form nachweisbar, wenn der Käfer 2½ Monate ohne Nahrung gehalten wurde.

Eine Aufnahme des Erregers beim Freßakt und Durchwanderung des Darms mit Übertragung durch den Kot in Verletzungen neuer Wirte findet sich auch bei Viruskrankheiten. Die als Überträger der Gurkenwelke erwähnten zwei Käfer der Gattung *Diabrotica* in Nordamerika spielen auch dort bei der Übertragung des Gurkenmosaiks eine wichtige Rolle (Doolittle und Walker [203]). Da die genannte Krankheit hochgradig wundinfektiös ist, ist anzunehmen, daß im Falle der Übertragung durch Käfer schon die äußere Beschmutzung der Mundteile mit dem Saft

der kranken Pflanzen genügt, um die Erkrankung auf weitere Pflanzen zu verbreiten. Der Krankheitsstoff passiert aber auch mit der aufgenommenen Nahrung den Darm und wird durch den Kot in neue Fraßstellen gebracht. Eine Vermehrung dürfte er indes nicht im Körper der Käfer erfahren, da diese nach verhältnismäßig kurzer Zeit die Fähigkeit zur Übertragung der Krankheit verlieren, wenn sie von Gurken ferngehalten werden. Dieses Verhalten dürfte vielleicht berechtigen, den vorliegenden Fall auch in die Gruppe einfacher Wundübertragung zu stellen, in der das Insekt nicht als eigentlicher Zwischenwirt anzusehen ist.

Eine Wundübertragung mit Einverleibung und Ausscheidung des Krankheitskeimes durch den Speichel kommt bei den wenigen, praktisch bedeutungslosen Fällen von pflanzlichen Protozoenkrankheiten, vor allem aber den Viruskrankheiten vor. Die Art der Übertragung macht es verständlich, daß vornehmlich eine Gruppe von Insekten daran beteiligt ist, die Rhynchoten. Die Übertragung selbst erinnert sehr an die Verbreitung von einigen wichtigen tierischen und menschlichen Infektionskrankheiten, die wie Malaria und Schlafkrankheit durch blutsaugende Insekten vollzogen wird. Eine genaue Parallele zu diesen Protozoenkrankheiten bilden die pflanzlichen Flagellosen. (Lafont [161, 162] França [157], Migone [164], Holmes [159] u. a.). So wird beispielsweise der Erreger der Flagellose der Euphorbien *Leptomonas davidi* durch Hemipteren mit der Nahrung aus dem Milchsafte in den Darm aufgenommen. Dort findet eine Konjugation mit nachfolgender Schizogonie und Wanderung der Keime in die Speicheldrüsen statt. Die Neuinfektion erfolgt dann mit dem Speichelsafte.

In bezug auf die Viruskrankheiten sind wir bis jetzt auf indirekte Nachweise angewiesen, die für eine Wanderung und evtl. Vermehrung des Krankheitsstoffes im Insekt sprechen. Es wurde vorhin bereits ein Fall vorweggenommen, bei dem auch eine lediglich durch die äußere Beschmutzung mit dem infektiösen Saft der Pflanze erfolgende Übertragung denkbar ist. Im allgemeinen dürfte die Übermittlung jedoch nicht auf so einfache Weise erfolgen.

Weitaus die meisten pflanzlichen Viruskrankheiten sind dadurch gekennzeichnet, daß das im Saft der Pflanze anwesende Agens in den Leitbahnen durch die ganze Pflanze transportiert wird und nach erfolgter Sichtbarkeit der Merkmale in allen Teilen dieser anwesend ist. Namentlich sind es die Siebteile, welche den Infektionsstoff enthalten. Unter diesen Umständen erscheint es nicht verwunderlich, daß gerade die saugenden Insekten für die Rolle als Krankheitsüberträger geradezu prädisponiert sind. Daß dabei die Blattläuse die größte Rolle spielen, läßt sich vielleicht aus der Tatsache erklären, daß sie ihren Saugapparat, wenn auch nicht ausschließlich, auf die zarten und inhaltsreichen Gewebe des Phloems richten, und damit sowohl den Krankheitsstoff dort entnehmen, als auch wieder dort einführen, wo er am leichtesten zur Infektion führen kann (Büsgen [192], Zweigelt [269], Brandes [189], Smith [248]).

Hinsichtlich der Anpassung zwischen Insekten und Viruskrankheiten lassen sich auf Grund des derzeitig vorliegenden Tatsachenmaterials folgende Gruppen unterscheiden.

1. Die Übertragbarkeit ist zwar nicht ausschließlich aber praktisch auf die Mithilfe von Insekten angewiesen. Als Überträger kommen verschiedene Arten von Rhynchoten (gelegentlich auch andere Insekten) in Betracht.

2. Die Insektenübertragung ist obligat. Als Überträger ist nur eine Spezies bekannt.

Innerhalb der ersteren Gruppe kommt mitunter auch der Übertragung ohne Mithilfe von Insekten eine Bedeutung zu. Hierher gehört z. B. das Gurkenmosaik, von dem bereits erwähnt wurde, daß es durch Vermittlung von Käfern verbreitet werden kann. Weiterhin wird es auch durch saugende Insekten, Blattläuse und Wenzeln übertragen. Die Krankheit läßt sich aber auch künstlich leicht durch Überimpfung von aus kranken Pflanzen hergestelltem Preßsaft erzeugen (Doolittle und Mitarbeiter [202, 203]). Ähnliches gilt für weitere z. B. einige auf Solanaceen vorkommende Mosaikkrankheiten. Das Tabakmosaik wird durch Blattläuse wie *Myxus persicae* und *Macrosiphum tabaci* verbreitet (Allard [166, 167]), es ist aber ebenso leicht auf künstliche Weise sogar durch einfaches Reiben der Blätter zwischen den Fingern übertragbar. Ebenso verhält sich die Mosaikkrankheit und die Strichelkrankheit der Tomate.

Die Verbreitung dieser Krankheiten ist auch in der Natur nicht ausschließlich auf Insekten angewiesen, eine Infektion mit dem Saft bei den Kulturarbeiten dürfte sogar hier die Hauptrolle spielen.

Bei der Mehrzahl aller Viruskrankheiten steht jedoch die Verbreitung durch Insekten an erster Stelle. Häufig ist zwar die künstliche Übertragung möglich, diese erfolgt jedoch nicht so leicht, als daß sie praktisch von Bedeutung wäre. Als Beispiel sei hier etwa die Mosaikkrankheit der Spinatpflanze angeführt, weil an dieser Erkrankung die Beziehungen zwischen Überträger und Virus von den Amerikanern McClintock und Smith (223) näher studiert worden sind. Die Übertragung des Spinatmosaiks wird in der Natur durch verschiedene Blattläuse vollzogen. (Auf experimentellem Wege konnte festgestellt werden, daß auch die Wiesenwanze *Lygus pratensis* die Krankheit überträgt.) Die Zahl der Blattläuse spielt für den Erfolg der Übertragung keine Rolle, es genügt eine einzige Laus, die nur verhältnismäßig kurze Zeit (weniger als 2 Stunden) an einer gesunden Pflanze zu saugen braucht, um eine Infektion hervorzurufen. Andererseits erwirbt eine noch nicht pathogene Blattlaus sehr rasch die Fähigkeit, Virusträgerin zu werden; dazu genügt schon im Minimum ein 10 Minuten langer Aufenthalt an einer kranken Pflanze. Allerdings ist der Erfolg sicherer, wenn sich die Nahrungsaufnahme und damit die Virusaufnahme auf mehrere Stunden erstreckt. Von besonderem Interesse ist die Tatsache, daß eine Laus, die einmal in irgend einem Entwicklungs-

stadium Virusträgerin geworden ist, diese Eigenschaft auf Lebenszeit nicht mehr verliert. Ja sie vererbt sie noch auf die Nachkommenschaft, mitunter bis zur 4. Generation. Diese Feststellungen lassen den Schluß zu, daß der Infektionsstoff nicht nur nach der Aufnahme in den Körper seine Virulenz beibehält, sondern daß er dort wohl auch eine Vermehrung erfährt.

Ähnlich wie beim Spinatmosaik liegen die Verhältnisse auch bei verschiedenen Viruskrankheiten der Kartoffel.

Eine wohl noch ausgesprochenere Anpassung an Insektenübertragung ist bei der Blattrollkrankheit der Kartoffel zu vermuten. Hier ist die Übertragung mit dem Saft zweifelhaft, jedenfalls wird von der Mehrzahl der Versuchsansteller über negative Ergebnisse berichtet. Als Überträger kommen aber wiederum verschiedene Rynchoten in Frage, nämlich Läuse, Kleinzikaden und Blattwanzen (Schulz und Folsom [240, 241], Murphy [228—230], Quanjer [237, 238], Elze [207]. Nach Elze sollen sogar fressende Insekten, auch Bodenschädlinge wie Erdraupen, Kohlschnackenlarven und Erdflöhe imstande sein, die Infektion zu vermitteln.

Elze hat das Studium der biologischen Zusammenhänge zwischen Überträger und Blattrollkrankheit aufgenommen und dabei zunächst den wichtigsten Überträger, die Pfirsichblattlaus *Myxus persicae*, mit der auch experimentell die besten Ergebnisse erzielt wurden, berücksichtigt. Die bisherigen Untersuchungen lassen sich dahin deuten, daß die Laus nicht sofort nach der Aufnahme des Virus die Krankheit weiter verbreiten kann, sondern daß zunächst eine Inkubationsperiode von 24—48 Stunden nach der Aufnahme zur Erwerbung der pathogenen Fähigkeit erforderlich ist. Weitere Ermittlungen Elzes sprechen dafür, daß die Laus die einmal erworbene Fähigkeit zur Krankheitsübertragung längere Zeit beibehält, auch über die einzelnen Entwicklungsstadien hinaus, so daß in diesem Falle die Laus als echter Zwischenwirt des Virus anzusehen wäre.

Ähnlich dürften die Verhältnisse auch bei anderen Viruskrankheiten liegen. In erster Linie ist dabei an diejenigen Fälle zu denken, in denen die künstliche Übertragung schwierig oder nicht möglich ist. Zu diesen Viruskrankheiten gehören beispielsweise die Mosaikkrankheiten der Rübe (Lind [219], Robbins [239], Böning [179]) und Ackerbohne (Dickson [200], Böning [181]), deren einwandfreie Übertragung mit dem Saft bis jetzt nicht gelungen ist. Die beiden Krankheiten sind ebenfalls durch verschiedene Rynchoten übertragbar. Für erstere wurden mehrere Blattlausarten, für letztere daneben auch noch Kleinzikaden nachgewiesen. (Böning [181]). Die Übertragung des Ackerbohnenmosaiks durch Blattrandkäfer kommt dagegen nicht in Frage. Weitere hierhergehörige Viruskrankheiten können nur noch namentlich angeführt werden, bei denen zumeist verschiedene Läusearten als Überträger in Frage kommen, so von den Mosaikkrankheiten: Kartoffelmosaik (Quanjer [238], K. M. Smith [249]), Erbsen-, Bohnen- und Kleemosaik (Doolittle und Jones [204], McLarty [227], Elliott [205], Nelson [231], Smith C. E. [246]), Zuckerrohrmosaik,

Mais- und Gräsermosaik (Brandes [186—188], Brandes und Klaaphack [190], Bremer [191], Smyth [250, 251], Ledeboer [218], Tower [262], Chardon und Veve [198], Matz [222], Kunkel [214, 217], Wilbrink [264] und andere), Himbeer- und Brombeermosaik (Dickson [201], Wilcox und F. F. Smith [265], Berkeley und Jackson [177]), Salatmosaik (Jagger [211]). Weiterhin sind u. a. noch zu nennen die Strichelkrankheit der Kartoffel (Atanasoff [169]), verschiedene Rollkrankheiten z. B. der Himbeere, die Rosettenkrankheit der Erdnuß (Storey und Bottomley [259]), eine ähnliche Krankheit der Baumwolle (Cook [199]), die Triebverkümmernng des Reises (Takami [260]) und der *Musa textilis* (Ocfemia [233]), die Gelbsucht und Hexenbesenkrankheit der Erdbeere (Plakidas [236], Zeller [267]), die Verzweigung der Brombeere (Zeller [268]), eine ähnliche Krankheit der schwarzen Johannisbeere („*Reversion disease*“) (Massee und Mitarbeiter [220, 221]) u. a.

Während in den behandelten Fällen aber immer noch die Übertragung durch verschiedene Insekten (wenigstens mehrere Lausearten) möglich ist, gibt es schließlich noch eine letzte Gruppe von Viruskrankheiten, für die bis jetzt nur eine einzige Art als Überträger nachgewiesen ist, obwohl zahlreiche Versuche vorliegen, eine Infektion durch weitere Arten herbeizuführen. Mit Sicherheit lassen sich zu dieser Gruppe wenigstens 3 Krankheiten zählen, die auch insofern besonderes Interesse verdienen, als hier die Beziehungen zwischen Insekt und Virus eingehend studiert worden sind. In diesen Fällen handelt es sich um Krankheiten, deren einziger Überträger eine Kleinzikade (aus der Gruppe der Jassiden) ist. Zwei dieser Krankheiten kommen in Nordamerika vor, die für den kalifornischen Rübenbau wichtige Blattrollkrankheit (Ball [171—175], Boncquet [183, 184], Stahl [184, 252, 253], Carsner [194—197], Severin [242—244] u. a.) und die als Gelbsucht bezeichnete Erkrankung der Aster *Callistephus chinensis* (Kunkel [216], Nelson [232]). Die beiden Krankheiten sind aber nur sehr streng an den jeweiligen Überträger (bei der Blattrollkrankheit *Eutettix tenella*, bei der Gelbsucht die bekannte Zwergzikade *Cicadula sexnotata*) angepaßt, dagegen ist in beiden Fällen die Zahl der Wirtspflanzen, die durch das Virus durch Vermittlung dieser beiden Jassiden angesteckt werden können, sehr groß. Die dritte Erkrankung ist die Strichelkrankheit des Maises und des Zuckerrohrs aus Südafrika, die durch die Zikade *Balelutha mbila* übertragen wird (Storey [256—258], Shepherd [245]).

Die Rübenblattrollkrankheit ist zwar experimentell auch auf künstliche Weise durch Infektion mit dem Preßsaft übertragen worden, jedoch gelingt eine solche Übertragung nur zu geringem Prozentsatz und kommt in der Natur nicht vor. Eine künstliche Erzeugung der Aternngelbsucht und der Maisstrichelkrankheit ist bis jetzt überhaupt noch nicht erzielt worden. Von besonderem Interesse ist in allen Fällen die Tatsache, daß eine nichtpathogene Zikade nach der Nahrungsaufnahme an einer er-

krankten Pflanze nicht sofort imstande ist, die Krankheit weiter zu verbreiten, sondern daß erst eine gewisse Zeit verstreichen muß, ehe der Stich der Zikade zur Infektion führt. Diese Inkubationsperiode im Insekt ist bei der Rollkrankheit der Rübe und der Maisstrichelkrankheit kürzer und beträgt nur 24—48 Stunden, das Virus der Aternigelbsucht muß dagegen in der Zwergzikade eine Periode von mindestens 10 Tagen überdauern, ehe es in virulenter Form auf neue Wirte übertragen werden kann. Die Frage, wie lange ein Virusträger die einmal erworbene Eigenschaft beibehält, wird hinsichtlich der Rübenzikade dahin beantwortet, daß dieses Insekt die Virulenz während seines ganzen Lebens beibehält, für die Zwergzikade wurde festgestellt, daß individuelle Verschiedenheiten auftreten. Die Virulenz kann hier bald nach ihrer Erwerbung wieder verloren gehen oder sie bleibt noch monatelang oder ebenfalls bis zum Tode des Individuums erhalten. Die pathogene Eigenschaft wird nicht auf die Nachkommenschaft vererbt. Die aus den Eiern schlüpfenden Larven sind allgemein virusfrei und müssen die Virulenz durch Nahrungsaufnahme an kranken Pflanzen erst erwerben. Dazu genügt eventuell ein ganz kurzer Aufenthalt von wenigen Minuten, wenn auch eine längere Saugtätigkeit größeren Erfolg verspricht. Ein einziger Virusträger kann wiederum eine Wirtspflanze durch verhältnismäßig kurzen Aufenthalt anstecken. In diese Gruppe von Viruskrankheiten darf man vielleicht auch nach den neuesten Untersuchungen von Wille (266) die Wanzenkräuselkrankheit der Rübe rechnen, die in mancherlei Hinsicht Ähnlichkeiten mit der amerikanischen Rollkrankheit zeigt. Auch hier scheint als einziger Überträger nur ein bestimmtes Insekt, die Blattwanze *Piesma quadrata*, in Frage zu kommen.

Die wichtigste Tatsache bei der Insektenübertragung von Viruskrankheiten ist die Feststellung einer Inkubationszeit im Insekt. Die Infektion kann hier nicht einfach dadurch zustande kommen, daß die mit dem Saft und dem darin enthaltenen Krankheitserreger beschmutzten Mundwerkzeuge diesen beim Einstechen in das Gewebe auf die Wirtspflanze übertragen. Der Erreger muß vielmehr von dem Überträger in den Körper aufgenommen werden, um neuerdings virulent zu werden. Verhältnismäßig lange Inkubationszeiten wie bei der Aternigelbsucht lassen den Schluß zu, daß entweder noch eine ausgiebige Vermehrung oder eine Umwandlung im Insektenkörper stattfinden muß. Diese Feststellungen werfen auch ein helleres Licht auf die Ätiologie der Viruskrankheiten. Sie lassen in diesen Fällen kaum eine andere Deutung zu, als daß der Erreger biologischer, nicht aber chemischer Natur ist.

Es ist im Rahmen eines Vortrags nicht möglich, noch näher auf die Frage einzugehen, welche Gesichtspunkte sich für die Bekämpfung von insektenübertragbaren Pflanzenkrankheiten aus der derzeitigen Kenntnis dieser Beziehungen ergeben. Es mag hier genügen, auf die Ausführungen zu verweisen, die Caesar (2) und Gardner (4) im Rahmen einer Vor-

tragsfolge vor einigen Jahren gemacht haben und die im wesentlichen auch zur Zeit noch aktuell sind. Zumeist handelt es sich dort um ein Programm zur Klärung weiterer praktisch wichtiger Fragen, die inzwischen in Angriff genommen und zum Teil auch der Lösung zugeführt worden sind. Die Bekämpfung insektenübertragbarer Krankheiten läuft zum Teil auf eine bessere Bekämpfung der Insekten hinaus, die das eingehende Studium ihrer Lebensweise, besonders solcher Fragen wie Überwinterung, Lebensdauer, sämtliche aufgesuchte Wirtspflanzen u. dgl., zur Voraussetzung hat. Unter dem Gesichtspunkt der Entfernung aller Infektionsquellen, die erst das Insekt zum Überträger werden lassen, lassen sich alle Untersuchungen zusammenfassen, die die Ausfindigmachung sämtlicher Wirte einer übertragbaren Krankheit oder deren Übertragbarkeit ohne die Hilfe von Insekten durch andere Faktoren oder den Einfluß von Kulturmaßnahmen zum Ziele haben. Schließlich kommt noch die Auslese oder Züchtung von Sorten in Betracht, die gegen die Krankheit widerstandsfähig sind oder vom Überträger gemieden werden. Der Verfolg dieser Ziele hat zur Vertiefung unserer Kenntnisse beigetragen und in manchen Fällen auch bereits greifbare praktische Ergebnisse erzielt.

### Literatur.<sup>1)</sup>

#### I. Allgemeines.

1. Ball, E. D., Insects as disseminators of plant diseases. Systematic relations of carriers. Phyt. 12. 229—231. 1922.
2. Caesar, L., Insects as disseminators of plant diseases. Control Problems. Phyt. 12. 231—233. 1922.
3. Dufrénoy, I., La transmission des maladies des plantes par voie biologique. Vortrag vor der Société de pathologie comparée am 10. 4. 1923. 8. pp. 1923.
4. Gardner, M. W., Insects as disseminators of plant diseases. Urgent problems of the future. Phyt. 12. 233—240. 1922.
5. Rand, F. V., Insects as disseminators of plant diseases. Results of past investigations. Phyt. 12. 225—228. 1922.
6. — —, and Pierce, W. D., A coordination of our knowledge of insect transmission in plant and animal diseases. Phyt 10. 189—231. 1920.

#### II. Pilzkrankheiten.

7. Anderson, P. J., and Babcock, D. C., Field studies on the dissemination and growth of the chestnut blight fungous. Pennsylvania Chestnut tree blight Com. Bull. 3. 45 pp. Harrisburg 1913.
8. Ashby, S. F., Leaf bitten diseases of coconuts. Journ. Jamaica Agr. Soc. 21. 269—273. 1917.

<sup>1)</sup> Hier sind nur diejenigen Arbeiten aufgeführt, aus denen ersichtlich war, in welcher Weise die Insektenübertragung stattfindet. Kleine Arbeiten und vorläufige Mitteilungen sind dann meist weggelassen worden, wenn später über dieselben Ergebnisse ausführlich berichtet wurde. Auch wurden die Zitate beschränkt, wenn die Literatur über einen Fall zu umfangreich war.



9. Ashby, S. F., and Nowell, W., The fungi of stigmatomycosis. *Ann. of Botany* 40. 157. 69--83. 1926.
10. Aversa-Sacca, R., As manifestações pathologicas que acompanham o desenvolvimento da broca *Stephanoderes hampei* Ferr. nos fructos on nas sementes do caffeeiro. *Comm. Estud. e Debellação de Praga Caffeira. Publ. Nr. 15.* 87 pp. 1926.
11. Ballard, E., Some of the causes of low-grade cotton. *Queensland Agric. Journ.* 23, 6. 542--544. 1925.
12. Barber, C. A., Sugar cane diseases in Godáváriand Gangám districts Dept. Lands Records and Agr. Madras Agr. Brand. 2 Bull. 43. 181--193. 1901.
13. Bary, A. de, Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Schleimpilze und Bakterien. 1887.
14. Berlese, A., Rapporti fra vite ed i saccaro miceti. *Mem. 3. Riv. Pat. Veg.* 5. 295--341. 1897.
15. Brefeld, O., und Falk, R., Unters. auf d. Ges. Geb. d. Mykologie. Teil 13. Leipzig und Münster i. W. 1905.
16. Britton-Jones, H. R., A wound parasite of cotton bolls. *Min. Agr. Egypt. Techn. and Sci. Serv. (Bot. Sect.). Bull.* 19. 8 pp. 1923.
17. Burill, T. J., Bitter rot of apples. *Illinois Agr. Exp. St. Bull.* 118. 555--608. 1907.
18. Butler, E. J., Fungous diseases of Sugar Cane in Bengal. *Mem. Dpt. Agr. India. Bot. ser.* 30. 53 pp. 1906.
19. —, and Hafiz Khan, A., Red rot of sugar cane. *Mem. Dept. Agr. India Bot. ser.* 6. 151--178. 1913.
20. Caldis, P. D., A rot of the Smyrna fig in California. *Science N. S.* 62. 1598. 161--162 1925.
21. Clinton, G. P., Apple rots in Illinois. *Ill. Agr. Exp. St. Bull.* 69. 189--224. 1902.
22. — — Notes on foungeous diseases for 1906. *Connecticut Agr. Exp. St. 30th Ann. Rept.* 1905/1906. 307 331. 1907.
23. Cobb, N. A., Fungous maladies of the sugar cane. *Rpt. work Exp. St. Hawaiian Sugar planters Assoc. Div. Path. and Phys. Bull.* 5. 254 pp. 1906. *Bull.* 6. 110 S. 1909.
24. Craighead, F. C., Insects contributing to the control of the chestnut blight disease. *Science n. s.* 36. 825. 1912.
25. — — Insects in relation to the chestnut bark disease. *Science n. s.* 43. 133--135. 1916.
26. Craigie, J. H., Discovery of the function of the pycnia of the rust fungi. *Nature*, November 26, 1927. (1 -7.)
27. Cunningham, G. H., Diplodia canker, *Diplodia griffoni*. A common fungous disease of the apple. *New Zealand Journ. of Agr.* 27. 380--384. 1923.
28. Dade, H. A., Economic significance of cacao pod diseases and factors determining their incidence and control. *Gold coast Dept. Agr. Bull.* 6. 59 pp. 1927.
29. Ducloux, A., Le chancre du pommier. *Rev. Hort.* 82. 506--508. 1910.
30. Falck, R., Die Sporenverbreitung bei den Basidiomyceten und der biologische Wert der Basidie. *Beitr. Biol. Pfl.* 9. 1--82. 1904.
31. Freeman, E. M., Minnesota plant diseases. *Minn. Geol. Nat. Hist. Survey Rept. Bot. Ser.* 5. 1905.
32. Fulton, H. R., Recent notes on the chestnut bark disease. *Pennsylvania chestnut blight conference.* 48--56. Harrisburg 1912.
33. Fulton, T. W., The dispersion of the spores of Fungi by the agency of insects with special reference fo the Phalloidei. *Ann. Bot.* 3. 207--235. 1889.

34. Gerard, W. R., Correlation between the odor of the Phalloids and their frequency. Bull. Torrey Bot. Club. 7. 30—33. 1880.
35. Gloyer, W. O., and Fulton, R. B., Tree crickets as carriers of *Leptosphaeria coniothyrium* (Fekl.) Sacc. and other fungi. New York State Agr. Exp. Stat. Techn. Bull. 50. 22 pp. 1916.
36. Gravatt, G. F., and Marshall, R. P., Arthropods and gasteropods as carriers of *Cronartium ribicola* in greenhouses. Phyt. 7. 368—373. 1917.
37. — —, and Posey, G. B., Gipsy-moth larvae as agents in the dissemination of the withe-pine blister rust. Journ. Agr. Res. 12. 459—462. 1918.
38. Großenbacher, J. G., and Duggar, B. M., A contribution to the life history, parasitism and biology of *Botryosphaeria ribis*. New York State Agr. Exp. St. Techn. Bull. 18. 115—190. 1911.
39. Heald, F. de Forest, The bud-rot of carnations. Nebr. Agr. Ex. St. Bull. 103. 24 pp. 1908.
40. — —, and Gardner, M. W., Longevity of pycnosporos of the chestnut blight fungus in soil. Journ. Agr. Res. 2. 67—75. 1914.
41. Hodson, E. R., Extent and importance of the chestnut bark disease. U. S. Dept. Agr. Forest Serv. Washington D. C. 8 pp. 1908.
42. Istvánffi, G., Az Ithyphallus gomba és coeopatus atka együttes fölfépeséről hazanban. Math. Természettud. Ért. 21. 157—176. 1903.
43. Jensen, C. N., Blossom infection by smuts. Trans. Utah. Acad. Sci. 1. 106—113. 1918.
44. Johnson, E. C., Floret sterility of wheats in the southwest. Phyt. 1. 18—27. 1911.
45. Jones, L. R., Giddings, N. J., and Lutman, B. F., Investigations of the potato fungus *Phytophthora infestans*. U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Bull. 245. 100 pp. 1912.
46. Klebahn, H., Die wirtswechselnden Rostpilze. 447 S. Berlin 1904.
47. Larsen, L. D., Diseases of the pineapple. Rept. Work Exp. St. Hawaiian sugar Planters Ass. Path. and Physiol. Ser. Bull. 10. 70 pp. 1910.
48. Laycock, T., Preliminary investigations of the parasitism of certain fungi causing boll rots of cotton. Fourth Ann. Bull. Agr. Dept. Nigeria. 32—49. 1925.
49. Lewton-Brain, C., Red rot of the sugar cane stem. Rept. Work Exp. St. Haw. S. Pl. Ass. P. a. Phy. Bull. 8. 44 pp. 1908.
50. Magnus, Zwei neue Uredineen. Ber. D. Bot. Ges. 9. 91—100. 1891.
51. Manns, T. F., Black lag or phoma wilt of cabbage. Phyt. 1. 28—31. 1911.
52. — —, Two recent important Cabbage diseases of Ohio. Ohio Agr. Exp. St. Bull. 228. 255—298. 1911.
53. Martin, W. H., Dissemination of *Septoria lycopersici* Speg. by insects and pickers. Phyt. 8. 365—372. 1918.
54. Massee, G. E., Diseases of cultivated plants and trees. 602 pp. New York 1915.
55. McKay, M. B., and Pool, V. W., Field studies of *Cercospora beticola*. Phyt. 8. 118—136. 1918.
56. Mercier, L., Sur le rôle des insectes comme agents de propagation de l'ergot des graminées. Compt. Rend. Soc. Biol. Paris 70. 300—302. 1911.
57. Metcalf, H., and Collins, J. F., The control of the chestnut bark disease. U. S. Dept. Agr. Farmers Bull. 467. 24 pp. 1911.
58. — —, The chestnut bark disease. U. S. Dept. Agr. Yearbook 1912. 363—372. 1913.
59. Morse, W. J., The transference of potato late blight by insects. Phyt. 11. 94—96. 1921.

60. Murill, W. A., A serious chestnut disease. Journ. New York Bot. Gard. 7. 143—153. 203—211. 1906.
61. Nowell, W., The internal disease of cotton bolls. Agr. News (Barbados) 14. 222. 1915. 15. 126—127. 1916.
62. — —, The fungi of internal boll disease. West Indian Bull. 16. 152—159. 1917.
63. — —, Internal disease of cotton bolls in the West Indies. West Indian Bull. 16. 203—235. 273. 1917. Bull. 17. 1—28. 1918.
64. Parrot, P. J., and Fulton, B. B., Tree crickets injurious to orchard and garden fruits. New York St. Agr. Exp. St. Bull. 388. 417—461. 1914.
65. — —, Gloyer, W. O., and Fulton, B. B., Some studies on the snowy tree cricket with reference to an apple bark disease. Journ. Econ. Ent. 8. 535 bis 541. 1915.
66. Pethybridge, G. H., Lafferty, H. A., and Rhynehart, J. G., Investigations on Flax diseases (3rd report). Journ. Dept. of Agr. and Techn. Inst. Ireland 22. 20 pp. 1922.
67. Preti, G., Osservazioni intorno ad una fumaggine della Bumelia ambigua T. e a quella degli Agrumi. Riv. Pat. Veg. 13. 69—84. 1923.
68. Quanjer, H. M., Neue Kohlkrankheiten in Nord-Holland (Fallsucht und Krebs). Zeitschr. f. Pflkr. 17. 258—267. 1907.
69. Rankin, W. H., How further research may increase the efficiency of the control of the chestnut bark disease. Pennsylvania chestnut blight conference 46—48. Harrisburg 1912.
70. Rhind, D., Preliminary note on an internal boll disease of cotton in Burma. Agr. Journ. of India 22. 34—38. 1927.
71. Ritzema Bos, J., Krebsstrünke und Fallsucht bei den Kohlpflanzen. Zeitschr. f. Pflkr. 16. 257—276. 1906.
72. Schneider-Orelli, O., Untersuchungen über den pilzzüchtenden Obstbaum-borkenkäfer *Xyleborus dispar* und seinen Nährpilz. Centr. Bakt. II. 38. 25—110. 1913.
73. Scott, W. M., and Ayers, T. W., The control of peach brown-rot (*Sclerotinia fructigena*) and scab. U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Bull. 174. 31 pp. 1910.
74. — —, and Quaintance, A. L., Control of the brown-rot and plum curculio on peaches. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Circ. 120. 7 pp. 1910.
75. Smith, W. G., Diseases of field and Garden crops chiefly such as are caused by fungi. 353 pp. London 1884.
76. Snell, W. H., Observations on the relation of insects to the dissemination of *Cronartium ribicola*. Phyt. 9. 451—464. 1919.
77. Stäger, R., Infektionsversuche mit Gramineen bewohnenden *Claviceps*-Arten. Bot. Ztg. I. 61. 111—158. 1903.
78. — —, Neue Beobachtungen über das Mutterkorn. Centr. Bakt. II. 27. 67—73. 1910.
79. Standen, R., The common Stinkhorn and ants. Sci. Gossip. 15. 258. 1879.
80. Stewart, F. C., and Hodgkis, H. E., The sporotrichum bud-rot of carnations and the silver top of June grass. New York Agr. Ex. St. Techn. Bull. 7. 83—119. 1908.
81. Studhalter, R. A., and Ruggles, A. G., Insects as carriers of the chestnut blight fungus. Pennsylvania Dept. Forestry Bull. 12. 34 pp. 1915.
82. — —, and Heald, F. de Forest, The persistence of viable pycnosporos of the chestnut blight fungus on normal bark below lesions. Am. Journ. Bot. 2. 162—168. 1915.
83. Sturgis, W. C., On some aspects of vegetable pathology and the conditions which influence the dissemination of plant diseases. Bot. Gaz. 25. 187—194. 1898.

84. Taubenhaus, J. J., A further study of some *Gloeosporiums* and their relation to a sweet pea disease. *Phyt.* 2. 153—160. 1912.
85. — —, The black rots of the sweet potato. *Phyt.* 3. 159—166. 1913.
86. — —, Recent studies of some new or little known diseases of the sweet potato. *Phyt.* 4. 305—320. 1914.
87. Turner, W. F., *Nezara viridula* and kernel spot of pecan. *Science n. s.* 47. 490—491. 1918.
88. Waite, M. B., The relation of bees to the orchard. *Cal. Cult.* 18. 390—391. 1902.
89. — —, Pecan scab (*Fusicladium effusum*). *Science n. s.* 33. 77—78. 1911.
90. Wetzell, H. H., Diseases of the peony. *Amer. Florist* 44. 609—612. 1915.
91. Wiltshire, S. P., A note on the relation between woolly aphis and canker. *Ann. Rpt. Agr. and Hort. Res. St. Un. Bristol* 1914. 94. 1914.
92. Wolcott, R. H., A mite accompanying the bud-rot of carnations. *Nebraska Agr. Ex. Sta. Bull.* 103. 25—33. 1908.
93. Wolf, F. A., Further studies on peanut leafspot. *Journ. Agr. Res.* 5. 891—902. 1916.
94. Zeller, S. M., European canker of pomaceous fruit trees. *Oregon Agr. College Exp. St. Bull.* 222. 29—30. 1926.

### III. Bakterienkrankheiten.

95. Ballard, E., and Norris, D., Bacterial infections of cotton bolls. *Agr. Journ. India XVIII.* 40—49. 1923.
96. Barss, H. P., Bacterial gummosis of cherry. 7th biennial Rept. Oregon Board of Hort. 152—154. 1923.
97. Brenner, W., Die Schwarzfäule des Kohls. *Centr. Bakt.* II. 12. 725—735. 1904.
98. Brown, N. A., and Jamieson, C. O., A bacterium causing a disease of sugar beet and nasturtium leaves. *Journ. Agr. Res.* 1. 189—210. 1913.
99. Brooks, A. N., Studies of the epidemiology and control of fire blight of Apple. *Phytopath.* 16. 665—696. 1926.
100. Burger, O. F., Rept. of assistant plant Pathologist Lettuce diseases — bacterial rot. *Florida Agr. Ex. St. Rept.* 87—88; 1912/13. 1914.
101. Burgwitz, G. K., Über die Frage der Übertragbarkeit der durch *Bact. lycopersici* hervorgerufenen Tomatenfruchtfäule. (Russisch.) *Morbi Plantarum. Leningrad* 13. 3—4. 128—130. 1924.
102. Burill, A. C., Insect control important in checking fire blight. *Phyt.* 5. 343—347. 1915.
103. Edgerton, C. W., The rots of cotton boll. *Louisiana Agr. Ex. St. Bull.* 137. 21 pp. 1912.
104. Faulwetter, R. C., Dissemination of the angular leaf spot of cotton. *Journ. Agr. Res.* 8. 457—475. 1917.
105. — —, The angular leaf spot of cotton. *South Carolina Agr. Ex. Stat. Bull.* 198. 29 pp. 1919.
106. Forbes, S. A., The tarnished plant bug. *Farmers Rev.* S. 150. 1884.
107. Goldsworthy, M. C., Studies on the spot disease of cauliflower a use of serum diagnosis. *Phytopath.* 16. 877—884. 1926.
108. Gossard, H. A., The role of insects as carriers of fire blight. *Rept. Proc. Montana Hort. Soc.* 19. 84—90. 1916.
109. — —, and Walton, R. C., *Bacillus amylovorus* in honey and in honeydew. *Phyt.* 6. 113. 1916.
110. — —, — —, Dissemination of fire blight. *Ohio Agr. Exp. St. Bull.* 357. 126 pp. 1922.

111. Heald, F. de Forest, Preliminary note on leaf invasions by *Bacillus amylovorus*. Washington Agr. Exp. St. Bull. 125. 6 pp. 1915.
112. Horne, W. T., Parker, W. B., and Daines, L. L., The method of spreading of the olive knot disease. Phyt. 2. 101—105. 1912.
113. Hotson, J. W., Observations on fire blight in the Yakima valley. Washington. Phyt. 6. 288—292. 1916.
114. Johnston, J. R., The history and cause of the coconut bud rot. U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Bull. 228. 175 pp. 1912.
115. Jones, D. H., Bacterial blight of apple, pear and quince trees. Bull. Ont. Dept. Agr. 176. 63 pp. 1909.
116. — —, *Scolytus rugulosus* an agent in the spread of bacterial blight in pear trees. Phyt. 1. 155—158. 1911.
117. Johnston, T. H., and Hitchcock, L., A bacteriosis of Prickly Pear plants (*Opuntia spec.*) Trans. and Proc. Roy. Soc. S. Australia 47. 162—164. 1923.
118. Leach, I. G., The relation of the seed-corn maggot (*Phorbia fusciceps* Zett.) to the spread and development of potato blackleg in Minnesota. Phytopath. 16. 149—176. 1926.
119. Lee, H. H., and Jannings, W. C., Bacterial red stripe disease of tip canes. Hawaiian Sugar Planters Ass. Circ. 42. 1—4. 1924.
120. Manns, Th. F., The blade blight of oats, a bacterial disease. Ohio Agr. Ex. St. Bull. 210. 167 pp. 1909.
121. Merrill, J. H., Notes on apparent relations between Aphids and fire blight. Journ. Econ. Ent. 8. 102—403. 1915. 10. 45—46. 1917.
122. Orton, C. R., and Adams, J. E., Collar blight and related forms of fire blight. Pennsylvania Agr. Exp. St. Bull. 136. 23 pp. 1915.
123. Paine, S. G., and Lacey, M. S., Chocolate spot disease or streak disease of broad beans. Journ. Min. Agr. 29. 175—177. 1922.
124. Petri, L., Ricerche sopra i batteri intestinali della Mosca olearia. Mem. d. R. Sta. d. pat. veg. Roma. 130 pp. Roma 1909.
125. — —, I tumori batterici del Pino d'Aleppo. Ann. R. Ist. Sup. Forest. Naz. 9. 43 pp. 1924.
126. Rand, F. V., Dissemination of bacterial wilt of cucurbits. Journ. Agr. Res. 5. 257—260. 1915.
127. — —, and Enlows, E. M. A., Transmission and control of bacterial wilt of cucurbits. Journ. Agr. Res. 6. 417—434. 1916.
128. — —, and Cash, L. C., Some insect relations of *Bacillus tracheiphilus* Phyt. 10. 133—140. 1920.
129. — —, and Enlows, E. M. A., Bacterial wilt of cucurbits. U. S. Dept. of Agr. Bull. 828. 1—43. 1920.
130. — —, Bacterial wilt or Stewarts disease of corn. The Canner. 56. 164—166. 1923.
131. — —, and Cash, L. C., Further evidence of insect dissemination of bacterial wilt of corn. Science N. S. 59. 67—69. 1924.
132. Reed, G. M., An unusual outbreak of apple blossom blight. Phyt. 4. 27—30. 1914.
133. Root, E. R., Are bees carriers of fire-blight? Better fruit. 18. 26. 1923.
134. Russell, H. L., A bacterial rot of cabbage and allied plants. Wisconsin Agr. Exp. St. Bull. 65. 35 pp. 1898.
135. Smith, E. F., Two new and destructive diseases of cucurbits. Bot. Gaz. 18. 339. 1893. Proc. Amer. Ass. Adv. Sci. 42d. Meeting. 1893. 258—259. 1894.
136. — —, *Bacillus tracheiphilus*, die Ursache des Verwelkens verschiedener Cucurbitaceen. Centr. Bakt. II, 1. 364—373. 1895.

137. Smith, E. F., A bacterial disease of the tomato, eggplant and Irish potato (*Bacillus solanacearum*). U. S. Dept. Agr. Div. Veg. Physiol. a. Path. Bull. 12. 28 pp. 1896.
138. — —, The spread of plant diseases. A consideration of some of the ways in which parasitic organisms are disseminated. Trans. Massachusetts Hort. Soc. 1897. 117—133. 1897.
139. — —, *Pseudomonas campestris* Pamml., the cause of a brown rot in cruciferous plants. Centr. Bakt. II, 3. 408—415, 478—486. 1897.
140. — —, The black rot of the cabbage. U. S. Dept. of Agr. Farmers Bull. 68. 22 pp. 1898.
141. — —, Recent studies of the olive tubercle organism. U. S. Dept. Agr. Bur. Pl. Ind. Bull. 131. 25—43. 1908.
142. — —, Bacteria in relation to plant diseases. Washington D. C. 1905—1914. 3 vol. Carnegie Inst. Wash. Publ. 27.
143. Smith, R. E., Smith, C. O., and Ramsey, H. J., Walnut culture in California. Calif. Agr. Exp. Sta. Bull. 231. 119—398. 1912.
144. Smith, C. O., Some studies relating to infection and resistance to walnut blight. Monthly Bull. Dept. Agr. California 10. 367—371. 1921.
145. Snowden, J. D., Report on the occurrence of angular leaf-spot of cotton (*Bacterium malvacearum* E. F. S.) in Uganda. Uganda Dept. of Agr. Circ. 17. 3—12. 1926.
146. Stewart, V. B., The importance of the tarnished plant bug in the dissemination of fire blight in nursery stock. Phyt. 3. 273—276. 1913.
147. — —, The fire blight disease in nursery stock. New York Cornell Agr. Exp. St. Bull. 329. 316—372. 1913.
148. — —, and Leonhard, M. D., The rôle of sucking insects in the dissemination of fire blight bacteria. Phyt. 5. 117—123. 1915. Phyt. 6. 152—158. 1916.
149. Waite, M. B., Results from recent investigations in pear blight. Proc. Am. Ass. Adv. Sci. 40th Meeting 1891. 315. 1892.
150. — —, The cause and prevention of pear blight. U. S. Dep. Agr. Year-book 1895. 295—300. 1896.
151. — —, The life history and characteristics of the pear blight germ. Proc. Amer. Ass. Adv. Sci. 47th Meeting 1898. 427—428. 1898.
152. — —, The relation of bees to the orchard. Cal. Cult. 18. 390—391. 1902.
153. — —, Pear blight and its control in California. Off. Rpt. 31st Fruit Growers Conv. Calif. 1905. 137—155. 1906.
154. Whetzel, H. H., The blight canker of apple trees. New York Cornell Agr. Ex. St. Bull. 236. 99 138. 1906.
155. — —, and Stewart, V. B., Fire blight of pears etc. New York Cornell Agr. Ex. St. Bull. 272. 31—52. 1909.

#### IV. Protozoenkrankheiten.

156. Bensaude, M., Flagellates in plants. A review of foreign literature. Phyt. 15. 273—281. 1925.
157. França, C., Sur deux Phytoflagellés. Ann. de la Société Belge de Médecine tropicale 1. 1—10. 1921.
158. Franchini, H., Sur les protozoaires des plantes. Rept. Internat. Conf. Phytopath. and Econ. Entomol. Holland. 191—195. 1923.
159. Holmes, F. O., Herpetomonad flagellates in the latex of milkweed in Maryland. Phyt. 14. 146—149. 1924.
160. — —, Non pathogenicity of the milkweed flagellate in Maryland. Phyt 15. 294—296. 1925.

161. Lafont, A., Sur la présence d'un parasite de la classe des Flagellés dans le latex de *Euphorbia pilulifera*. Compt. Rend. Soc. Biol. Paris 66. 1011—1013. 1909.
162. — —, Sur la présence d'un *Leptomonas* parasite de la classe des Flagellés dans le latex de trois *Euphorbiacées*. Ann. Inst. Pasteur 24. 205—209. 1910.
163. Mesnil, F., La „Flagellose“ ou „Leptomoniasé“ des Euphorbes et des Asclépiadacées. Ann. Sci. Nat. 3. 42—57. 1921.
164. Migone, L. E., Un nouveau flagellé des plantes. *Leptomonas Elmassiani*. Bull. Soc. Path. Exot. 9. 356—359. 1916.
165. Nieschulz, O., Unsere bisherigen Kenntnisse von den Flagellatenkrankheiten der Pflanzen. Zeitschr. f. Pflkr. 32. 102—108. 1922.

#### V. Viruskrankheiten.

166. Allard, H. A., The mosaic disease of tobacco. Science n. s. 36. 875—876. 1912.
167. — —, The mosaic disease of tobacco. U. S. Dept. of Agr. Bull. 40. 33 pp. 1914.
168. — —, Some possible relationships of the mosaic diseases. Phyt. 13. 555—557. 1923.
169. Atanasoff, D., Stipple streak disease of potato. Meded. Landbouwhoogeschool Wageningen deel 24. Verhandel. 5. 32 pp. 1922.
170. — —, Methods of studying the degeneration diseases of potato. Phyt. 14. 521—533. 1924.
171. Ball, E. D., The beet leaf hopper (*Eutettix tenella*). Utah Agr. Exp. Stat. 16th Ann. Rept. 1904—1905. 1906.
172. — —, The genus *Eutettix*. Proc. Davenport (Jowa) Acad. Sci. 12. 27—94. 1907.
173. — —, Some insects injurious to truck crops. The leaf hoppers of the sugar beet and their relation to the curly leaf condition. U. S. Dept. Agr. Bur. Ent. Bull. 66. pt. 4. 33—52. 1909.
174. — —, The beet leaf hopper and the curly leaf disease that it transmits. Utah Agr. Exp. Stat. Bull. 155. 56 pp. 1917.
175. — —, Insects as disseminators of plant diseases. Phyt. 12. 229—231. 1922.
176. Bonnett, C. W., Virus diseases of Raspberries. Michigan Agr. Exp. St. Tech. Bull. 80. 38 pp. 1927.
177. Berkeley, G. H., and Jackson, A. E., Studies in raspberry diseases: mosaic, leaf curl, rosette and wilt. Dominion of Canada Dept, Agr. Pamphlet N. S. 72. 1926.
178. Blattny, C., Studie o mosaiko vých chorabách rostlin kultur nich klavné. Bramborů. Zemědělský Archiv. 15. 9—10. 459—482. 1924.
179. Böning, K., Die Mosaikkrankheit der Rübe. Forschungen auf dem Gebiet der Pflkr. Heft 3. 81—128. 1927. Zeitschr. f. Pflkr. 37. 19—25. 1927.
180. — —, Über die wechselseitige Übertragbarkeit der Mosaikkrankheiten von Rübe und Spinat. Centralbl. f. Bakt. II. Abtlg. 71. 490—497. 1927.
181. — —, Die Mosaikkrankheit der Ackerbohne (*Vicia faba* L.). Forschungen auf dem Gebiet der Pflkr. Jena. G. Fischer, Heft 4. 43—111. 1927.
182. — —, Die kalifornische Blattrollkrankheit der Rübe (curly top). Sammelreferat. Centralbl. Bakt. II. Abt. 72. 379—398. 1927.
183. Bonquet, P. A., and Hartung, W. J., The comparative effects upon sugar beets of *Eutettix tenella* Baker from wild plants and from curly top beets. Phyt. 5. 348—349. 1915.

184. Bonquet, P. A., and Stahl, C. F., Wild vegetation as a source of curly top infection of sugar beets. *Journ. Econ. Ent.* 10. 392—397. 1917.
185. Botjes, I. G. O., *De Bladrolziekte van de aardappelplant*, Wageningen 1920.
186. Brandes, E. W., The mosaic disease of sugar cane and other grasses. *U. S. Dept. Agr. Bull.* 829. 1919.
187. — —, Artificial and insect transmission of sugar cane mosaic. *Journ. Agr. Res.* 19. 131—138. 1920.
188. — —, Mosaic disease of corn. *Journ. Agr. Res.* 19. 517—521. 1920.
189. — —, Mechanics of inoculation with sugar-cane mosaic by insect vectors. *Journ. Agr. Res.* 23. 279—283. 1923.
190. — —, and Klaphaak, P. J., Cultivated and wild hosts of sugar cane or grass mosaic. *Journ. of Agr. Res.* 24. 3. 247—261. 1923.
191. Bremer, S. C., Sobre la transmission de la enfermedad del mosaico o Rayas amarillas en la caña de azucar. *Rev. Agr. Com. y Trab. Cuba* 5. 11—22. 1922.
192. Büsgen, M., *Der Honigtau*. *Jen. Zeitschr. Naturw.* 25 (n. F. 18). 339—428. 1891.
193. Butler, E. J., Some characteristics of the virus diseases of plants. *Sci. Prog.* 17. 416—431. 1923.
194. Carsner, E., Susceptibility of various plants to curly top of sugar beet. *Phyt.* 9. 413—421. 1919.
195. — —, and Stahl, C. F., Studies on curly top disease of the sugar beet. *Journ. Agr. Res.* 28. 297—320. 1924.
196. — —, — —, Progress report on curly top of the sugar beet. *Phyt.* 14. 122—123. 1924.
197. — —, Seasonal and regional variations in curly top of sugar beets. *Science* 63. 1625. 213—214. 1926.
198. Chardon, C. E., and Veve, R. A., The transmission of sugar cane mosaic by *Aphis maidis* under field conditions in Porto Rico. *Phyt.* 13. 24—29. 1923.
199. Cook, O. F., Malformations of cotton plants in Haiti. A new disease named smalling or stenosis, causing abnormal growth and sterility. *Journ. of Heredity* 14. 329—335. 1923.
200. Dickson, B. T., Studies concerning mosaic diseases. *Macdonald College Techn. Bull.* 2. 125 pp. 1922.
201. — —, Raspberry mosaic and curl. *Scient. Agr.* 3. 308—310. 1923.
202. Doolittle, S. P., The mosaic disease of cucurbits. *U. S. Dep. Agr. Bull.* 879. 69 pp. 1920.
203. — —, and Walker, M. N., Further studies on the overwintering and dissemination of cucurbit mosaic. *Journ. of Agr. Res.* 31. 1—58. 1925.
204. — —, and Jones, F. R., The mosaic disease in the garden pea and other legumes. *Phyt.* 15. 763—772. 1925.
205. Elliot, J. A., A mosaic disease of sweet and red clovers. *Phyt.* 11. 146—148. 1921.
206. Elmer, O. H., Transmissibility and pathological effects of the mosaic disease. *Iowa Agr. Exp. St. Bull.* 82. 39—91. 1925.
207. Elze, D. L., *De verspreiding van Virusziekten van den aardappel (Solanum tuberosum L.) door insecten*. *Med. v. d. Landbouwhoogeschool Wageningen. Deel* 31. *Verh.* 2. 90 pp. 1:27.
208. Ext, W., Zur Biologie und Bekämpfung der Rübenblattwanze *Zosmenus capitatus* Wolff. *Arbeiten aus der Biolog. Reichsanstalt.* 12. 1. 1—30. 1925.
209. Fernow, K. H., Interspezifische transmission of mosaic diseases of plants. *Cornell Univ. Agr. Exp. St. Memoir* 96. 1—34. 1925.
210. Jagger, I. C., Experiments with the cucumber mosaic disease. *Phyt.* 6. 148—151. 1916.



211. Jagger, I. C., A transmissible mosaic disease of lettuce. *Journ. Agr. Res.* 20. 737—740. 1921.
212. Johnson, J., Some points of view on the plant virus problem. *Phyt.* 16. 745—751. 1926.
213. Kopp, A., La mosaïque de la canne à sucre. *Rev. d. Bot. appliquée* V. 411—417, 519—526. 1925.
214. Kunkel, L. O., Insect transmission of yellow stripe disease. *Hawaiian Planters Record* 26. 58—64. 1922.
215. — —, Mosaic and related diseases. *Amer. Journ. of Botany* 12. 517—521. 1925.
216. — —, Studies on aster yellows. *Amer. Journal of Bot.* 13. 646—705. 1926.
217. — —, The corn mosaic of Hawaii distinct from sugar cane mosaic. *Phyt.* 17. 41. 1927.
218. Ledebøer, F., Gelesprepenziekte. *Arch. Suikerind. Nederland-Indie Jaarg.* 29. 1000—1001. 1921.
219. Lind, I., Runkelroernes Mosaiksyge *Tidsskrift for Planteavl.* 22. 444—457. 1915.
220. Massee, A. M., Part IV. Entomology, Programme of research. *Ann. Rept. East Malling research St.* 1924. 139—142. 1925.
221. — —, Amos, I., Halton, R. G., Knight, R. C., Experiments in the transmission of reversion in black currants. *Ann. Rept. East Malling Res. St.* 1925. II suppl. 126—150. 1927.
222. Matz, J., Infection and nature of the yellow stripe disease of sugar cane (Mosaic, mottling, etc.). *Journ. Dept. Agr. Porto Rico* 3. 65—82. 1919.
223. Mc Clintock, J. A., and Smith, L. B., True nature of spinach blight and relation of insects to its transmission. *Journ. Agr. Res.* 14. 1—60. 1918.
224. McKay, M. B., and Dykstra, T. P., Sugar beet curly top virus, the cause of western tomato blight. *Phytopath.* 17. 39. 1927.
225. — —, — —, Curly top of Squash. *Phytopathology* 17. 48—49. 1927.
226. McKinney, H. H., Certain aspects of the virus diseases. *Phyt.* 15. 189—202. 1925.
227. McLarty, H. R., A suspected mosaic disease of sweet clover. *Phyt.* 10. 501—503. 1920.
228. Murphy, P. A., On the cause of rolling in potato foliage; and some further insect carriers of the leaf roll disease. *Scient. Proc. Roy. Dublin Society.* 17. 163—184. 1923.
229. — —, Investigations on the leaf roll and mosaic diseases of the potato. *Journ. Dept. Agr. Ireland.* 23. 20—34. 1923.
230. — —, and McKay, Investigations on the leaf roll and mosaic disease of the potato. *Journ. Dept. of Agr. Ireland* 23. 344—364. 1924.
231. Nelson, R., Transference of the bean mosaic virus by *Macrosiphum solanifolii*. *Science* 56. 342—344. 1922.
232. — —, Chrysanthemum yellows, a new disease in the greenhouse. *Quart. Bull. Mich. Agr. Exp. St.* 7. 157—160. 1925.
233. Ocfemia, G. O., Progress report on bunchy top of abaca or Manila hemp (*Musa textilis*). *Phyt.* 16. 11. 1926. *Phyt.* 17. 255—257. 1927.
234. Ogilvie, L., An important virus disease of *Lilium longiflorum* and its varieties. *Nature* 119. 528. 1927.
235. Olitski, P. H., The transfer of tobacco and tomato mosaic disease by the *Pseudococcus citri*. *Science N. S.* 62. 442. 1925.
236. Plakidas, A. G., Strawberry Xanthosis (yellows), a new insectborne disease. *Journ. Agr. Res.* 35. 1057—1090. 1927.

237. Quanjer, H. M., The mosaic disease of the Solanaceae. its relation to the phloemnecrosis and its effect upon potato culture. *Phyt.* 10. 35—47. 1920.
238. — —, General remarks on potato diseases of the curl type. *Rept. Int. Conf. Phytopath. and Ec. Ent. Holland.* 23—28. 1923.
239. Robbins, W. W., Mosaic of sugar beets. *Phytopathology* 11. 349—365. 1921.
240. Schultz, E. S., Folsom, D., Hildebrand, F. M., and Hawkins, L. A., Investigations of the mosaic disease of the Irish potato. *Journ. Agr. Res.* 17. 247—273. 1919.
241. — — —, Infection and dissemination experiments with degeneration diseases of potato. 1923. *Journ. Agr. Res.* 30. 493—528. 1925.
242. Severin, H. H. P., The beet leafhopper. *Facts about sugar* 8. 1919.
243. — —, Minimum incubation periods of causative agent of curly leaf in beet leaf hopper and sugar beet. *Phyt.* 11. 424—429. 1921.
244. — —, Curly leaf transmission experiments. *Phyt.* 14. 80—93. 1924.
245. Shepherd, E. F. S., Le „streak disease“ des graminées à Maurice. *Rev. Agr. Île Maurice* 22. 540—542. 1925.
246. Smith, C. E., Transmission of cowpea mosaic by the bean leaf beetle. *Science* N. S. 60. 1551. 268. 1924.
247. Smith, F. T., The relation of insects to the transmission of raspberry leaf curl. *Journ. Econ. Entomology* 18. 509—513. 1925.
248. Smith, K. M., A comparative study of the feeding methods of certain Hemiptera and of the resulting effects upon plant tissue, with special reference to the potato plant. *Ann. Appl. Biol.* 13. 109—139. 1926.
249. — —, Observations on the insect carriers of mosaic disease of the potato. *Ann. Appl. Biol.* 14. 113—130. 1927.
250. Smyth, E. G., Insects and mottling disease. *Journ. Dept. Agr. Porto Rico* 3. 83—116. 1919.
251. — —, Insect transmission of cane mottling disease. *Ann. Rept. Insular Exp. St. Porto Rico.* 1919—20. 83—85. 1920.
252. Stahl, C. F., and Carsner, E., Obtaining beet leafhoppers non virulent as to curly top. *Journ. Agr. Res.* 14. 393—394. 1918.
253. — — —, A discussion of *Eutettix tenella* Baker as a carrier of curly top of sugar beets. *Journ. Econ. Ent.* 16. 476—479. 1923.
254. Storey, H. H., Streak disease, an infections chlorosis of Sugar cane not identical with mosaic disease. *Rept. Imper. Bot. Conf. London* 1924. 132—144. 1925.
255. — —, The transmission of streak disease of Maize by the leaf hopper *Balclutha mbila* Naude. *Ann. of appl. Biol.* XII. 422—439. 1925.
256. — —, Streak disease of sugar cane. *S. Africa Dep. of Agr. Sci. Bull.* 39. 1—30 1925.
257. — —, Interspecific cross transmission of plant virus diseases. *South African Journ. of Science* 23. 305—306. 1926.
258. — —, Recent researches on plant virus diseases. *South African Journ. of Science* 23. 307. 1926.
259. — —, and Bottomley, A. M., Transmission of a rosette disease of the ground nut. *Nature* N. S. 116. 97—98. 1925.
260. Takami, N., Stunt disease of rice and *Nephotettix apicalis*, II. *Agr. Soc. Japan* 241. 22—30. 1901.
261. Taubenhaus, J. J., The diseases of the sweet pea. *Delaware Agr. Exp. St. Bull.* 106. 63. 1914.
262. Tower, W. V., Mottling disease of sugar cane. *Rpt. Porto Rico Agr. Exp. St.* 1919. 21—25. 1920.
263. Van Harrevield, P., Gelestrepenziekte en bladluizen. *Arch. Suikerrind Nederl.-Indie* 30. 261—264. 1922.

- 264. Wilbrink, G., Een onderzoek naar de verbreiding der gelestrepenziekte door bladluizen. Med. proefst. Javasukerind. Nr. 10. 1922.
- 265. Wilcox, R. B., and Smith, F. F., 'Transfer of mosaic disease from red to black raspberries. Phyt. 14. 55. 1924.
- 266. Wille, J., Die durch die Rübenblattwanze erzeugte Krümelkrankheit der Rüben. Arbeiten aus der Biologischen Reichsanstalt 16. 115—167. 1928.
- 267. Zeller, S. M., Preliminary studies on witches' broom of strawberry. Phyt. 17. 329—335. 1927.
- 268. — —, Dwarf of blackberries. Phyt. 17. 629—648. 1927.
- 269. Zweigelt, F., Beiträge zur Kenntnis des Saugphänomens der Blattläuse und der Reaktionen der Pflanzenzellen. Centralbl. Bakt. II. Abt. 42. 265—335. 1915.

# Referate.

## Neuere russische forstentomologische Literatur.

Sammelbericht für das Jahr 1927.

Von

V. v. Butovitsch, Eberswalde.

**Golorjanko, Z.**, Instruktion für die Oberförster zur Bekämpfung der Borkerkäfer in Kiefernwäldern. 8 Seiten. 15 Tafeln. Allukrainische Zentralforstverwaltung. Kiew 1927. Kleinrussisch.

Die Gründe zur Entstehung einer Borkenkäferkalamität, vorbeugende und vertilgende Maßnahmen werden eingehend besprochen. Die Instruktion ist ein Auszug aus dem bekannten Buche G.s (Zur Methodik der Berechnung des Borkenkäferbefalls an den Kiefern. Verhandlungen des Forstversuchswesens Ukrainas. Lieferung 4. Kiew 1926) und enthält nur das für die Praxis wesentliche. Die guten photographischen Aufnahmen der Fraßfiguren von wichtigsten Borkenkäfern (*Blastophagus piniperda*, *Bl. minor*, *Ips acuminatus*, *I. bidentatus*, *I. suturalis*, *I. laricis*, *I. longicollis*) dienen zur leichteren Erkennung des Schädlings.

**Golorjanko, Z.**, Die Bekämpfung des Walkers (*Polyphylla fullo* L.) mit Paradichlorbenzol in den Weinbergen des niederdnjeperschen Sandgebiets. 43 Seiten. 7 Abb. Verlag von Narkomsen. Kiew 1927. Preis geh. 0,75 Rub.

Das sandige Gebiet des niederen Dnjeps, wo viel Wein gebaut wird, ist ständig vom Walker heimgesucht worden. Die Verseuchung des Bodens mit Walkerlarven ist oft so stark, daß ganze Kulturen auf weiten Flächen zugrunde gehen.

Zur Untersuchung des verseuchten Gebietes, hauptsächlich aber zur Bekämpfung dieser Landplage wurde eine unter Leitung G.s stehende wissenschaftliche Expedition ausgesandt. Als Bekämpfungsmittel wurde Paradichlorbenzol gewählt und mit diesem Insektizid 50400 qm große Probeflächen infiziert. Paradichlorbenzol (verkürzt PDB) hat sich, mehr als erwartet wurde, bewährt. PDB-Kristalle sind weiß, riechen nach Äther und haben die Eigenschaft, sich schnell zu verflüchtigen. Das Einbringen des PDBs in den Boden geschieht in der Weise, daß es in bestimmten Abständen und in bestimmter Menge im Boden eingegraben, „gestochen“, wird; dies erfolgt mit Hilfe eines Spatens und eines eine bestimmte Menge Kristalle fassenden Löffels. Die entstehenden PDB-Dämpfe sind fünfmal so schwer als die Luft und verbreiten sich im Boden nach unten und nach den Seiten. Die Ausbreitung der Dämpfe im Boden ist abhängig von der Beschaffenheit des Bodens und von der Temperatur. Je leichter, lockerer der Boden, umso weiter verbreiten sich die Dämpfe; deshalb braucht bindiger Boden größere Mengen PDB. Steigende Temperatur wirkt auf die horizontale Ausbreitung der Dämpfe günstig. In nicht er-

heblichen Mengen sind die PDB-Dämpfe für den Menschen nicht schädlich, für die Insekten tödlich. Letzteres hängt von der Konzentration der Dämpfe, Art und Alter des Schädlings ab. Je konzentrierter die Dämpfe, umso wirksamer sind sie. Am widerstandsfähigsten gegen die PDB-Dämpfe sind die Drahtwürmer, dann die Walkerlarven; am empfindlichsten sind die Larven kleinerer im Boden lebender Lamellicornier (*Anomala pratensis*, *Anisoplia deserticola*, *A. segetum* usw.). Mit dem Alter werden die Walkerlarven immer widerstandsfähiger, bei genügender Gifkonzentration sterben sie aber auch, ja sogar die Puppen.

Die wichtigste Frage bei der Bekämpfung der Walkerlarve ist die Dosierung und Entfernung zwischen einzelnen Giftgrüben, „Stiche“ nach G. Es hat sich gezeigt, daß die vorteilhafteste Verteilung der Stiche jene im ca. 53 cm-Quadratverbande ist mit 7 g PDB je Stich. Die Stiche dürfen nicht zu tief in den Boden gehen, da oberflächlich lebende Larven dadurch verschont bleiben; die richtige Tiefe des Stiches ist 10 cm.

Bei gleichmäßiger Giftverteilung wurden überall durchschlagende Erfolge erzielt. Es zeigten sich jedoch Nachteile; jüngere Pflanzen litten von der brennenden oder ätzenden Wirkung des PDB und starben zum Teil ab. Dies erklärt sich dadurch, daß man ursprünglich zu nahe (4,4 cm) an der Pflanze gestochen hatte. Durch wiederholte Versuche ist es gelungen, den richtigen Abstand des Stiches von der Pflanze zu finden, bei dem keinerlei Schaden wahrgenommen werden konnten; gleichzeitig blieb aber die Wirkung des Giftes unverändert; der Abstand beträgt 17,5 cm.

Die Kosten der Bodeneinfektion mit PDB bei Verteilung der Stiche in ca. 53 cm Quadratverbande mit 7 g je Stich stellen sich auf 1 ha auf 270 Rub., neuerdings 135 bis 180 Rub.

**Jakubjuk, A.,** Einige Bemerkungen über die Tätigkeit der Borkenkäfer der Gattung *Crypturgus*. *Défense des Plantes*. Bd. IV. Nr. 2. S. 225—226. Leningrad 1927.

An den zur Vertilgung der beiden Waldgärtner-Arten ausgelagten (Gouv. Moskau, Oberförsterei Pokrowskoje) Kiefernfangbäumen nisteten sich neben diesen noch *Crypturgus cinereus* ein. Er brütete unter der Spiegelrinde und benutzte die Larvengänge des kleinen Waldgärtners als Ausgangspunkte für eigene Gänge. An vielen untersuchten Stämmen, an denen *Blastophagus minor* und *Crypturgus cinereus* nebeneinander gebrütet haben, konnte man keinen lebenden *minor*-Altkäfer im Muttergang finden; meist waren die Muttergänge leer oder es fand sich da ein toter Käfer mit ausgefressenem Abdomen. Die Larvengänge und die Larven selbst in solchen Gängen waren verkümmert. Da aber, wo *Crypturgus* fehlte, entwickelte sich die *minor*-Brut ganz normal und im Muttergang wurde stets ein lebender Käfer angetroffen; das Brutgeschäft des *minor* war zu jener Zeit noch nicht ganz abgeschlossen.

Um die Ursache des Sterbens bzw. des Verschwindens von *minor*-Käfern, welche offenbar einem Raubinsekt zum Opfer fielen, festzustellen, wurden die *minor*-Gänge genauer untersucht. Es stellte sich heraus, daß diese räuberische Tätigkeit dem *Crypturgus* zugeschrieben werden mußte. Als Beweise dienen folgende Beobachtungen: In einem Fall wurde ein *minor*-Käfer von ca. 10 *Crypturgus*-Käfern angegriffen, welche an seinem Abdomen nagten (der Käfer starb kurz nachher), in zwei anderen Fällen wurde *Crypturgus* aus dem ausgefressenen Bauch des *minor* herausgenommen; auch ist ein *Crypturgus*-Käfer beim Vertilgen der Abdomenreste von *minor* beobachtet worden.

**Jurkinsky, V. N.,** Zur Kenntnis der Borkenkäferfauna der Insel Solowjetz. (Vorläufige Mitt.) Material zur Kenntnis der Fauna der Solowjetzkischen Inseln, Lieferung VII, S. 18—21. Solowki 1927.

J. zählt 15 Borkenkäferarten für dieses faunistisch sehr wenig erforschte Gebiet. Es ist vorauszusetzen, daß diese Zahl sich noch vergrößern wird, da J. nur kurze Zeit zum Sammeln Gelegenheit hatte.

**Kazanskij, K. A., Der Arvenspinner (*Dendrolimus sibiricus* Tschtv.) als Schädling der Wälder der Republik Burjat-Mongolien. Défense des Plantes. Bd. IV. Nr. 6. S. 861—915. Leningrad 1927.**

Diese schöne Monographie beginnt mit der Einleitung von N. Kusnezow, worin die geographische Verbreitung und die wichtigsten Merkmale zur Unterscheidung der drei im Reiche vorkommenden *Dendrolimus*-Arten angegeben werden. Über die geographische Verbreitung weiß man wenig. Die einzelnen Verbreitungsgebiete sind etwa folgende: Für *Dendrolimus pini* L. — Rußland und Transkaukasus, für *D. sibiricus* Tschtv. — Südsibirien vom Ural bis zum südlichen Teil des Ussuri-Gebietes und für *D. segregatus* Hult. — Ussuri-Gebiet.

Alle drei Arten sind sehr veränderlich und einander sehr ähnlich, deshalb lassen sie sich schwer beschreiben; die besten und sichersten Merkmale zu deren Bestimmung bieten die Geschlechtsteile.

*D. sibiricus* vertritt den Kiefernspinner in Sibirien, befällt jedoch in der Hauptsache die Arve. Wie auch sein europäischer Verwandter, ist *D. sibiricus* einer der wichtigsten Forstschädlinge. So z. B. befiel er Ende des vorigen Jahrhunderts eine größere Waldfläche und vernichtete verschiedene hunderttausende Hektar Wald; allein in zwei Kreisen des Gouv. Irkutsk sind von ihm ca. 190000 ha Wald angegriffen und zum Teil vollständig vernichtet worden. Seit 1925 frißt der Arvenspinner wieder in der Republik Burjat-Mongolien.

Der Flug des Arvenspinner beginnt Anfang Juli. Die Menge der Falter nimmt mit jedem Tage zu, erreicht etwa Mitte Juli das Maximum und sinkt rasch am Schluß des Monats. In der Regel beginnt das Schwärmen beim Sonnenuntergang, beim Massenfzug sieht man jedoch die Falter am hellen Tage fliegen. Die Begattung erfolgt durchschnittlich 20 Stunden nach dem Schlüpfen. Die Weibchen verhalten sich vor der Kopula ganz ruhig und scheiden eine orangefarbige Flüssigkeit aus, was wahrscheinlich zur Heranlockung der Männchen dient. Während der Kopula sitzt das Männchen kopfabwärts, das Weibchen kopfaufwärts, beide Tiere halten ihre Flügel dachziegelartig. Die Begattung dauert 15 bis 20 Stunden und wird später nicht mehr wiederholt. Nur während der Kopula gestörte Falter wiederholen den Vorgang von neuem. Die Witterungsverhältnisse, sei es Regen oder Wind, beeinflussen die Begattung in keiner Weise.

Das Weibchen beginnt mit der Eiablage im Laboratorium gewöhnlich einige Minuten nach der Kopula, im Freien etwa nach 6—8 Stunden. Bei Regen werden keine Eier abgelegt, bei Wind wohl, jedoch nur an windgeschützten Partien der Äste und Zweige, nicht aber an Nadeln. Unter normalen Verhältnissen dienen zur Eiablage fast ausschließlich die Nadeln, und zwar ihre untere, rauhere Seite. Die Eier werden reihenweise, oder aufeinander, seltener in Häufchen abgelegt und mit einer klebrigen, im Alkohol und Säuren nicht lösbaren, gegen Witterungseinflüsse äußerst widerstandsfähigen Flüssigkeit festgeleimt. Die Zahl der Eier, die von einem Weibchen abgelegt werden, ist durchschnittlich 200. Während der ersten Stunde legt das Weibchen etwa die Hälfte der Eier ab und ruht nachher einige Stunden, dann wiederholt es das Geschäft von neuem, legt jedoch viel weniger Eier als beim erstenmal, ruht wieder usw., bis alle Eier abgelegt sind, was unter Umständen 5—6 Ruhepausen benötigt. Außer Arve werden zur Eiablage andere Nadelhölzer (Fichte, Tanne, Lärche, Kiefer), auch Laubbölder wie Aspe, Birke, ja sogar Bodenkräuter wie Preiselbeere und Sumpfporst können dazu benutzt werden. Da die jungen Rüpchen nur 3—5 Tage ohne Futter auskommen, sind nur jene lebensfähig, die aus den an Nadelholz abgelegten Eiern entstammen.

Die Entwicklung des Eis dauert im Zimmer 13—14, im Freien 20—25 Tage; die optimale Temperatur ist 20°, höhere und tiefere Temperaturen wirken hemmend, oft sogar vernichtend. Regnerisches Wetter oder starke Luftfeuchtigkeit zieht die Entwicklung des Eis in die Länge. Ohne Einfluß auf das Embryonalleben ist die Lichtwirkung. Die 5—6 mm langen, frisch ausgeschlüpfen Rüpchen ruhen erst längere Zeit (bis 24 Stunden)

und beginnen sodann zu fressen. Gewöhnlich sitzen sie zu mehreren an einer Nadel und fressen in diese kleine, flache Löcher. Bei Störung spinnen sie sich sofort ab. Nach 10—11 Tagen häuten sich die Räumchen zum erstenmal. Nach der Häutung werden sie weniger lebhaft und verlieren die Fähigkeit sich abzuspinnen. Auch die Fraßart ändert sich: Die Raupe frisst die Nadel von der Spitze bis zur Basis, verschmachtet auch nicht die Mittelrippe; sie halt sich an der Nadel mit Hilfe ihrer Bauchfüße fest und rückt beim Fressen nach hinten. Der Fraß ist ziemlich verschwenderisch, da die Raupen den basalen Teil der Nadel meist übrig lassen. Bei günstigen Witterungsverhältnissen häuten sich die Raupen zum zweitenmal. Ende Oktober — Anfang November, zum Beginn der Winterfroste, gehen die Raupen zur Überwinterung in die Moosdecke oder Bodenstreu. Der Winterfrost ist für die Raupe unentbehrlich; im Laboratorium bei Zimmertemperatur halten die überwinternden Raupen nicht lange aus und gehen bald zugrunde.

Etwa in der ersten Hälfte Mai, zum Schluß der Schneeschmelze, erscheinen die Raupen wieder, klettern die Bäume hinauf und beginnen zu fressen. Die Fraßart ist wieder anders geworden: Die Raupe klammert sich am Zweig mit den Bauchfüßen fest, bleibt mit dem Vorderkörper hängen und versucht eine Nadel an der Spitze zu ergreifen. Eine Nadel wird in 15—25 Minuten verzehrt; die Raupe frisst ca. 5 Nadeln hintereinander, macht dann eine  $\frac{1}{2}$  1stündige Pause und frisst nachher weiter. Den Höhepunkt erreicht ihre Gefräßigkeit nach der 4. und 5. Häutung. Die Zirbelkiefer wird anderen Koniferen vorgezogen; gern gehen die Raupen Tanne und Lärche, weniger gern Kiefer und Fichte an. Die Fraßart variiert je nach der Fraßpflanze. Ohne Futter können die erwachsenen (1 jährigen) Raupen nicht länger als eine Woche auskommen.

Nach wiederholter Überwinterung erscheinen die Raupen im Mai des dritten Jahres wieder; der nun beginnende Fraß ist nur von kurzer Dauer (nicht über einen Monat), um so gefräßiger werden aber die Raupen, die täglich bis über 60 Nadeln verzehren. Kurz vor der im Juni erfolgenden Verpuppung läßt der Fraß nach und hört bald gänzlich auf. Zum Fertigspinnen des Kokons bedarf die Raupe ca. 17 Stunden; nach 4—5 Tagen verwandelt sie sich in die Puppe. Zur Herstellung des Kokons werden außer Spinnfäden Nackenstreifenhaare und eine aus dem After ausscheidende, gelbrote Flüssigkeit benutzt.

Die wirtschaftliche Bedeutung des Arvenspinner ist sehr groß, da die von ihm während zweier Sommer kahlgefressenen Arvenbestände meist nicht mehr erholungsfähig sind. Nach dem Spinnerfraß erscheinen Borken-, Bock- und Prachtkäfer, die alles noch Lebensfähige zum Absterben bringen. Noch viel empfindlicher gegen den Arvenspinnerfraß als die Arve sind Tanne und Fichte. Die wichtigsten von den aufgetretenen sekundären Schädlingen waren: *Ips scabrotatus*, *I. typographus*, *Amylochira stirigosa*, *Chrysobothris chrysostigma* und *Monochamus*-Arten. Da die Arve in Sibirien hauptsächlich ihrer Nüsse wegen geschätzt wird und diese sehr begehrt sind, erhöht sich der Schaden noch mehr. Auch die von Gewerbejägers so geschätzten Pelztiere wandern aus dem Spinnerfraßgebiet aus. Von den Parasiten und räuberischen Insekten zählt der Verfasser 26 Arten auf.

Die beim Kiefernspinner so gut bewährte Bekämpfungsmaßregel mit Leimringen ist beim Arvenspinnerfraß nicht durchführbar wegen der riesigen Fraßgebiete. Am zweckmäßigsten erscheint dem Verfasser die Bekämpfung des Arvenspinner durch Flugzeugbestäubung.

**Kern, E., Die Weide. Ihre Bedeutung, Zucht und Verwertung. 152 Seiten. 36 Abb. Verlag Myssl. Leningrad 1926.**

Behandelt unter anderem die wichtigsten Weidenschädlinge und deren Bekämpfung. **Michailov-Senkevitch, I. M., Über die Bedeutung und den Einfluß des Seitenwindes und der Beschaffenheit der Insektiziden auf die Zerstäubungsbreite bei Flugzeugbestäubung. Défense des Plantes. Bd. IV. Nr. 1. S. 163—166. Leningrad 1927.**

**Pavlovsky, E. und Stein, A.,** Untersuchungen über die Giftigkeit der Härchen überwinternder Raupen des Goldafters (*Euproctis chrysorrhoea* L.) auf die Menschenhaut. Défense des Plantes. Bd. IV. Nr. 4—5. S. 596—606. Leningrad 1927.

Auf Grund zahlreicher, sorgfältig durchgeführter Versuche kommen die Verfasser zu folgenden Ergebnissen: Die brennende Wirkung der Raupen hängt von den Eigenschaften ihrer Gifthaare ab. Überwinternde Goldafterraupen haben andere Verteilung der Gifthaare als erwachsene; die Gifthaare der überwinternden Raupen sitzen an den Tergiten der beiden ersten Bauchsegmente. Die unter die Menschenhaut eindringenden Gifthaare rufen Entzündung hervor, wie es auch bei den erwachsenen Raupen der Fall ist. Das Sekret der unter den gelbroten Höckern befindlichen Drüsen ist nicht giftig. Das Einreiben aller nichtgiftigen Haare übt auf die Menschenhaut rein mechanischen, schnell vorübergehenden Reiz aus. Der Kot überwinternder Raupen reizt die Menschenhaut beim Einreiben nicht. Das auf 100° C erwärmte Haargift wirkt auf die Menschenhaut schwach oder garnicht. In ausgetrockneten Härchen bleibt das Gift erhalten, beim Einreiben dieser in die Menschenhaut entstehen ähnliche, jedoch sich langsamer entwickelnde Entzündungserscheinungen.

**Piwowaroff, M.,** Die Methodik der Bodenuntersuchungen zur Erforschung der Bodenverseuchung durch Engerlinge. Waldkunde und Waldbau. Lieferung 4. S. 147—166. Leningrad 1927.

Seine Bodenuntersuchungen machte P. im Busulukschen Walde (Gouv. Ssamara). Die Zahl der Probegruben, die zur Feststellung des Verseuchungsgrades gemacht werden müssen, ist verschieden. Im allgemein gilt, daß: 1. je mehr Probegruben auf eine Flächeneinheit, umso genauer das Ergebnis und 2. je weniger eine bestimmte Fläche verseucht ist, umso mehr Probegruben bedarf es bei der Untersuchung, da die Engerlinge gruppenweise fressen und nicht gleichmäßig im Boden verteilt sind.

Die Arbeit enthält reichhaltiges Zahlenmaterial.

**Poloshenzeff, P. und Ochljabina, A.,** Die Einwirkung meteorologischer Verhältnisse auf die Lebenstätigkeit der wichtigsten Forstschädlinge im Busulukschen Walde während der Vegetationsperioden 1925—1926. Ljessowod. Bd. IV. Nr. 7. S. 73—77. Moskau 1927.

Warme und trockene Witterung führt zur Massenvermehrung der Insekten, kalte und regnerische dagegen zu deren Vernichtung. Einige Angaben über Flug- und Eiablagezeit bei Maikäfer, *Monochamus galloprovincialis* und *Spodilya buprestoides*.

**Pomeranzeff, D.,** Zur Biologie einiger an unseren Laubhölzern lebenden Bockkäfern. Waldkunde und Waldbau. Lieferung 2—3. S. 222—228. Leningrad 1926.

P. schildert die Lebensweise einiger von ihm im Gouv. Cherson beobachteten Bockkäfer. *Rhopalopus clavipes* und *Rh. macropus* wurden am Tatarischen Ahorn, *Acer tataricum*, der zu Feldzaunstielen verarbeitet wird, gefunden. Die Käfer fliegen von Mitte Mai bis Mitte Juni und legen ihre Eier an berindete Feldzaunstiele. Die Larve nagt einen geschlängelten, in das Holz eingreifenden, bis zu 20 cm langen Lotgang (bei *macropus* bis 5 mm, bei *clavipes* bis 10 mm breit). Sie frißt bis zum Herbst und überwintert unter der Rinde. Im nächsten Frühjahr setzt sie den Fraß fort und dringt in der zweiten Sommerhälfte in das Holz hinein, wo sie einen Längsgang mit am Ende liegender Puppenwiege anfertigt. Die Puppenwiege ist durch einen aus Bohrmehl und Holzgenagel bestehenden Pfropfen isoliert; die Puppe liegt mit dem Kopf gegen den Pfropfen gerichtet. Da die Käfer flach sind, benutzen sie zum Herauskriechen den Larvengang. an die Rinde angelangt, wenn diese sich noch erhalten hat, nagen sie sich ein ovales



Flugloch. Die Generation ist bei beiden Arten 2jährig. Außer *Acer tataricum* befallen die beiden *Rhopalopus*-Arten Spitzahorn, Eiche, Weide, Hasel, ja sogar *Caragana*. Gemeinsam mit Agriliden haben die *Rhopalopus*-Arten oft Gipfeldürre bei Ahorn und Eiche verursacht. Als Parasit wird *Vipio impostor v. pictus* Kawall angeführt.

*Phymatodes testaceus* fliegt im Mai-Juni. P. beobachtete ihn an Feldahorn und Eiche. Der Larvengang endet mit einem 15 mm langen, 5 mm breiten Hakenangang im Holz. Der Käfer verläßt diesen im nächsten Frühjahr durch den Larvengang. Die Generation ist einfach. Auch diese Art kann in derselben Weise schädigen wie die vorigen.

*Pogonochaerus bidentatus* wurde an einem Haselfangbaum, der für *Scolytus carpini* bestimmt war, beobachtet. Die Larve macht einen unregelmäßigen Gang mit senkrechter aber nicht tief in das Holz gehender, 8 mm langer, 4 mm breiter Puppenwiege. Generation ist einfach.

Fraßgänge von *Rh. clavipes*, *Rh. macropus*, *Ph. testaceus* und *P. bidentatus* werden abgebildet.

**Rimsky-Korsakoff, M. M.**, Bestimmungstabelle der Beschädigungen der Bäume und Sträucher. 128 Seiten. 79 Abbildungen. Verlag Gosisdat. Moskau-Leningrad 1927. Preis 0,80 Rub.

Das kleine Bandchen im Taschenformat gibt in tabellarischer Form einen Überblick über die am häufigsten vorkommenden Beschädigungen der Wald-, Park- und Gartenbäume und Sträucher Nordrusslands. Trotzdem ein Teil der Beschädigungen nicht sicher oder garnicht bestimmt werden kann und deshalb weggelassen wurde, sind es nicht weniger als 300 Schädlinge, die der Verf. berücksichtigt hat.

Die Tabelle ist nach Pflanzen eingeordnet. Zahlreiche Originalzeichnungen tragen dazu bei, die Bestimmung möglichst leicht zu gestalten.

**Rodionov, Z.**, Über die Technik der Zubereitung trockener Pulver zur Bestäubung der Pflanzen. Défense des Plantes. Bd. IV. Nr. 6. S. 993. Leningrad 1927.

**Samophal, S.**, Die Schädlinge der Kiefernwälder — der Maikäfer und seine Gefährten — nach in verschiedenen Gegenden der U. S. S. R. angestellten Untersuchungen. Mitteilungen des Leningrader Forstinstituts. Bd. XXXIV. S. 67—102. Leningrad 1927. Mit deutscher Zusammenfassung.

Dieser Arbeit werden die Ergebnisse folgender Untersuchungen zugrunde gelegt:

1. von Prof. Ogijevskij (1901 bis 1927) in Kiefernbeständen der Oberförstereien Sobitschewskoje bei Nowgorod-Sjewersk und Nikolskoje bei Kiew,
2. in Kiefernbeständen der Oberförsterei Mohnatschanskoje (Gouv. Charkow),
3. vom Verfasser in den Versuchsrevieren des Leningrader Forstinstituts (1924 bis 1926) und
4. in den Kiefernbeständen des „Roshnow Bor“ (Gouv. Wladimir) und des Versuchsreviers Fastow (Gouv. Tambow).

In dem Waldtyp „Trockene Heide“ (49—50° nördl. Breite) entwickelt sich der Maikäfer, *Melolontha hippocastani*, faßt ausschließlich unter dem Bestandesschirm; seine Generation ist hier vierjährig. In demselben Waldtyp und in der „Frischen Heide“ nördlicher gelegenen Gegenden (55—53° nördl. Breite) zieht *M. hippocastani* lichtere Stellen und Schläge vor; die Generation ist auch hier vierjährig, nur unter Bestandesschirm und in tiefer gelegenen Stellen fünfjährig.

Entsprechend dem forstlichen Verhalten des Maikäfers soll auch seine Bekämpfung durchgeführt werden. Im Süden, wo er sich unter Bestandesschirm entwickelt, muß von den üblichen Kullissenschlägen Abstand genommen und statt dieser Kahlschlagwirtschaft

mit unmittelbar aneinander folgenden, breiteren, von N. nach S. hinziehenden Schlägen eingeführt werden. Diese Methode ist von dem bekannten Melolonthenforscher Z. Golovjanko vorgeschlagen worden.

Zeigt die Verseuchung des Bodens mehr als einen 3–4jähr. Engerling auf 1 qm, so muß der forstlichen Kultur eine landwirtschaftliche Nutzung vorangehen, und zwar solche, bei der ein ein- oder mehrmaliges Umpflügen der Fläche möglich ist. Während des Flugjahres soll der umpgepflügte Boden brach liegen. Eine mehr als zweijährige Schlagruhe ist nicht ratsam, da die freie Schlagfläche durch andere Schädlinge, wie Junikäfer, Walker usw. verseucht wird.

In nördlicher gelegenen Kiefernwäldern (55–60° nördl. Breite) wird die Kahlschlagwirtschaft nur zu negativen Ergebnissen führen, m. a. W. der Boden wird dem Engerling preisgegeben. Hier sind Femelschlag oder Samenschlag zu empfehlen, soweit diese Fliebsarten mit den Wirtschaftsaufgaben des Forstwirts im Einklang stehen.

### Schliperovitsch, V., Biologie und Lebenszyklus von *Panorpa communis* L.

Revue Russe d'Entomologie. Bd. XIX. S. 27–40. Leningrad 1925.

Mit deutscher Zusammenfassung.

Das Männchen der Skorpionfliege wird erst 8–10 Tage nach dem Schlüpfen aus der Puppe geschlechtsreif. Während dieser Zeit reifen seine Speicheldrüsen, die bei der Begattung eine hervorragende Rolle spielen. Die Begattung wird von einem eigenartigen Vorgang begleitet: Aus dem Munde des auf dem Weibchen sitzenden Männchen wird ein milchfarbiges, gallertiges Sekret ausgeschieden, das vom Männchen in 2 mm lange, 0,5 mm breite Walzen umgeformt und an die während der Kopula dienende Unterlage geklebt wird; solche Walzen werden vom Weibchen gern gefressen. Das Sekret, aus welchem die Walzen hergestellt werden, wird in den Speicheldrüsen des Männchens erzeugt.

Die Panorpiden sind nicht, wie früher angegeben wurde, Raubinsekten; sie ernähren sich saprophytisch. Die Eier werden in feuchten Boden abgelegt, die Larven, die 4 Stadien durchmachen, verpuppen sich nach der Überwinterung im April des nächsten Jahres. Die Imagines erscheinen Ende Mai. In Nord- und Mittelußland ist die Generation von *Panorpa communis* und *P. cognata* einfach.

### Schliperovitsch, V., Die Verbreitung der die Kiefer im Versuchsrevier

Pargolowo schädigenden Tenthrediniden und die Faktoren, welche ihre Vermehrungsenergie reduzieren. Mitteilungen des Leningrader Forstinstituts. Bd. XXXIV. S. 103–118. Leningrad 1927. Mit deutscher Zusammenfassung.

Unsere Kenntnisse über die Biologie, ja auch zum Teil über Morphologie der *Lophyrus*-Arten sind sehr lückenhaft. Die so wichtige Frage über die Generationsdauer bei einzelnen Arten wird von verschiedenen Autoren oft für ein und dasselbe Gebiet, verschieden beantwortet. Der Grund hierzu liegt einerseits in großer Veränderlichkeit morphologischer Merkmale (besonders bei den Larven) bei einzelnen Arten, andererseits höchstwahrscheinlich in Bastardierung.

Im Revier Pargolowo sind folgende Arten gefunden worden: *Lophyrus sertifer* Geoffr. (Larvenstadium vom 22. V. bis 10. VIII.), *L. pallidus* Kl. (Larvenstadium vom 10. VI. bis 15. VIII.), *L. pini* L. (Larvenstadium vom 10. VII. bis 25. IX.), *L. similis* Htg. (Larvenstadium vom 20. VI. bis 10. VIII.), *L. laricis* Jur. (Larven im Juni-Juli), *L. variegatus* Htg. (Larven im Juli-August), *L. rurens* Kl. (Larven bis zum 1. August), *L. frutetorum* Fabr. (Larven im August-September) und *L. pallipes* Fall. (Larven im August). Am häufigsten ist *L. sertifer* aufgetreten.

Die Fruchtbarkeit der Weibchen von *L. sertifer* ist groß; die Eiablage wiederholt sich während des kurzen Imaginallebens oft mehr als drei Mal, die Eier werden nur auf Maitriebe abgelegt. Unter Umständen pflanzen sich die Weibchen parthenogenetisch fort.

Die häufigsten Arten haben eine einjährige Generation, bei *pallidus* ist auch eine doppelte Generation beobachtet worden. Wahrscheinlich handelt es sich hier um eine besondere Rasse.

Die Vermehrung der Tenthrediniden wird von tierischen Parasiten und Bakterien beschränkt. Die Eier werden von Proctotrupiden befallen, viel wichtiger sind die Larvenfeinde, und zwar Ichneumoniden, Tachinen und Bakterien. Das Massensterben ganzer Nester ist Folge einer Bakterieninfektion, dagegen ist das teilweise Sterben meist den tierischen Parasiten zuzuschreiben. Die Symptome der bakteriellen Erkrankung sind: Appetitlosigkeit, Unbeweglichkeit und schließlich Ausscheiden aus der Mundöffnung einer klebrigen, die Raupen an die Nadeln festleimenden Flüssigkeit. Der Erreger dieser Bakteriose ist der von P. Maslakovetz und Sch. beschriebene *Bacillus septiciimiae lophyri*.

Am Schluß der Arbeit gibt Sch. eine Bestimmungstabelle der an Kiefer fressenden *Lophyrus-Larven*.

**Schorochov, S.**, Borkenkäferfauna des Gouvernement Moskau. Défense des Plantes. Bd. 4. N. 6. S. 958—962. Leningrad 1927.

Aufzählen von 54 Borkenkäferarten mit Angabe der Zeit und des Fundortes

**Spessivtseff, P.**, Zur geographischen Verbreitung der Borkenkäfer. Défense des Plantes. Bd. 4. Nr. 6. S. 993. Leningrad 1927.

Eine Berichtigung des Kolossovschen Aufsatzes „Grundlagen über Biologie der wichtigsten Borkenkäferarten des Urals und Sibiriens“ (Jekaterinburg 1923). Kolossov führt für Sibirien und den Ural 84 Arten, 15 davon sind nach S. zu streichen und für weitere 8 die Angaben zu prüfen. Dagegen kommen noch 11 neue Arten hinzu.

**Stafflewsky, A.**, Die Bekämpfung der Nonne. Forstwirtschaft, Forstindustrie und Brennstoff. Bd. 5. Nr. 4. S. 119—120. Leningrad 1927.

Bericht über den Arsenbeflug in den von der Nonne befallenen Beständen der Oberforsterei Itschalkowskoje (Gouvernement Nishny-Novgorod). Die Ergebnisse der Bestäubung waren trotz Verspätung gut und die Kosten gering (ca. 5 Rub. je Hektar).

**Stark, V.**, Die Entwicklung des *Blastophagus piniperda* L. und *B. minor* Hart an Fichte. Défense des Plantes. Bd. 4. Nr. 1. S. 15—19. Leningrad 1927.

In einem durch Bodenfeuer etwas geschwächten Kiefern-Fichtenbestand (Gouvernement Brjansk, Oberforsterei Karatschishsko-Krylowskoje) befielen die beiden Waldgärtner einige Fichten. Da die Kiefer gegen Feuer widerstandsfähig ist, blieb sie verschont. Die Waldgärtnerbrut entwickelt sich an Fichte langsamer als an Kiefer, besonders zieht sich der Ernährungsfraß in die Länge: Erst im Juli - August des nächsten Jahres begannen die Jungkäfer zu brüten. Auf Grund fünfjähriger Beobachtungen im Freien und Zuchtversuche kommt S. zu folgenden Ergebnissen: 1. Beide Waldgärtnerarten können mit Erfolg an Fichte brüten, verlieren jedoch ihr Vermehrungsvermögen, wenn auch die zweite Generation an Fichte brütet, 2. befallt die Elterngeneration Fichte, die Kindergeneration dagegen Kiefer, so erfolgt die weitere Vermehrung normal, ja es scheint sogar, daß durch diesen Brutpflanzenwechsel die Vermehrungsenergie der Käfer noch gesteigert wird.

**Stark, V.**, Materiale zur Borkenkäferfauna der U. S. S. R. Die Borkenkäfer des Küstengebietes am Schwarzen Meer. Revue Russe d'Entomologie. Bd. 21. Nr. 1—2. S. 85—90. Leningrad 1927. Mit französischer Zusammenfassung.

Ein 69 Ipsiden-Arten umfassendes Verzeichnis. Einige biologische Angaben. *Phloeosinus bicolor* erinnert wegen seiner Ernährungsart an die Waldgärtner. Die Käfer bohren sich in die Triebe des Wachholders (*Juniperus excelsa*) und machen da einen 4 bis 6 cm langen Gang; die befallenen Triebe sind an verfarbten Nadeln leicht erkenntlich.

**Stark, V.** Erster Nachtrag zum Borkenkäferverzeichnis des Gouvernment Brjansk. Défense des Plantes. Bd. 4. Nr. 2. S. 227—230. Leningrad 1927.

Enthält 12 Arten. *Eccoptogaster multistriatus* var. *ulmi* Redt wurde zwischen *multistriatus* Käfern gefunden. Das Fraßbild von *E. Ratzeburgi* Jans. ist zuweilen klammerartig, d. h. es besteht aus 2 anstoßenden Muttergängen, die nach außen in ein gemeinsames Einbohrloch münden; niemals wurde in solchem Gangsystem mehr als ein Männchen gefunden.

Der in Schweden beschriebene und bis jetzt nur da bekannte *Pityophthorus trügårdhi* Spess. hat, wie Spessivtseff auch vermutet hat, ein weites Verbreitungsgebiet. *Pityophthorus morosori* und *Orthotomicus Starki* sind zwei neue von Spessivtseff beschriebene Arten; ihre Biologie, soweit sie der Verf. erforschen konnte, wird geschildert.

**Stark, V.** Die Durchforstung der Kiefernjungwüchse als Maßregel gegen *Neotomicus suturalis* Gyll. Défense des Plantes. Bd. 4. Nr. 4—5, S. 630—636. Leningrad 1927.

Im Gouvernment Brjansk hat *N. suturalis* in einer Reihe von Oberförstereien den aus Naturverjüngung hervorgegangenen Kiefernjungwuchs angegriffen und allmählich mehr oder minder umfangreiche Infektionsherde gebildet. Er befiel scheinbar gesunde, durch lang anhaltende Dürre aber stark geschwächte Pflanzen. Am meisten sprechen ihm schlechtwüchsige, unterdrückte, beschädigte oder kripplwüchsige Kiefern zu. Die ausgelegten Fangbäume konnten die Massenvermehrung des *suturalis* nicht verhindern, da noch genügend kränkendes, stehendes Holz vorhanden war. Daher empfiehlt sich bei der Bekämpfung Herausnahme der kranken und schwachen Kiefern und gleichzeitiges Werfen von Fangbäumen.

**Stark, V.** Materiale zur Kenntnis der Hemipteren-Heteropterenfauna der Wälder des Gouvernment Brjansk. 1. *Aradidae Dyscolidae*. Défense des Plantes. Bd. 4. Nr. 6. S. 930—932. Leningrad 1926.

Ein aus 11 *Aradus*-Arten (resp. Varietäten) und 2 *Aneurusus*-Arten bestehendes Verzeichnis. Außer manchen biologischen Bemerkungen und Zeit- und Fundortsangaben, wird bei jedem Fund auf den betreffenden Waldtyp hingewiesen.

**Stschelkanovzev, J.** Massenvermehrung des Eichenwicklers (*Tortrix viridana* L.) im Gouvernment Woronesh und in den angrenzenden Teilen des Gouvernment Orel im Jahre 1926. Défense des Plantes. Bd. 4. Nr. 1. S. 14—15. Leningrad 1927.

Einige Beobachtungen über den Flug und Fraßart des Eichenwicklers.

**Turitzyn, Th.** Ein Bestäubungsversuch gegen die Nonne in der Oberförsterei Itschalkowskoje, Gouvernment Nishny-Nowgorod. Ljessowod. Bd. 4. Nr. 4. S. 77—78. Moskau 1927.

Eine zirka 650 ha große Waldfläche wurde befliegen. Mancher technischen Schwierigkeiten wegen konnte der Beflug erst Anfang Juli stattfinden, zu der Zeit, wo 15% der Raupen im Begriff waren sich zu verpuppen und 9% sich bereits verpuppt hatten. Als Gifte wurden hauptsächlich arsenhaltige Präparate verwendet. Ungeachtet der Verspätung konnte ein Rückgang in der Vermehrung der Nonne festgestellt werden (die Zahl der abgelegten Eier im Vergleich mit dem vorigen Jahr ist auf ein Viertel gesunken).

Die Kosten stellten sich auf 20 Rub. je Hektar. Bei größerer Fläche und guter Organisation läßt sich diese Summe wesentlich verkleinern (T. rechnet sogar bis 5 Rub. je Hektar).

**Vanin, S. und Vanin, I.,** Die Gallen des Gouvernment Woronesh. Défense des Plantes. Bd. 4. Nr. 4—5. S. 751—762. Leningrad 1927.

Nach einer kurzen Übersicht über die vorhandene russische Literatur auf dem Gebiete der Gallenkunde, zählen die Verf. die gefundenen Gallen auf. Das Verzeichnis enthält 119 Arten; davon fallen auf *Eriophyidae* 44, auf *Diptera* 32, auf *Hymenoptera* 22 und auf *Hemiptera* 21.

**Zlopalko, V., und Rudnev, D.,** Über den Einfluß der Harzung auf die Vermehrung der Schädlinge. Ljessowod. Bd. 4. Nr. 6. S. 25—28. Moskau 1927.

Eine größere Waldfläche ist in der Oberforsterei Staro-Petrowskoje (Gouvernement Kiew) während 3 Jahre geharzt worden. Merkwürdige Insektenschäden wurden an den geharzten Stämmen nicht beobachtet; nur schwächliche Kiefern wurden angegangen und durch wiederholte Angriffe getötet. In chronologischer Reihenfolge waren die Angriffe wie folgt: Frühjahr 1925 — mißglückte Brutversuche (dicke Rinde) von *Blastophagus piniperda*, Sommer 1925 — Pracht- und Bockkäfer. Frühjahr 1926 — beide Waldgartner und *Pissodes piniphilus* und Sommer 1926 — *Pissodes piniphilus* (obere Hälfte des Stammes). Der Stamm stirbt also von unten nach oben ab.

Bei der Harzung ist zu berücksichtigen: Gesundheit der zu harzenden Bäume (nur gesundes Holz harzen), Insektenherde im Walde (nicht in deren Nähe harzen) und Dauer und Art des Harzens.

## Einzelreferate.

**Schröder, Chr.,** Handbuch der Entomologie. 41. Lieferung. Bogen 80 bis 89. Jena (Gustav Fischer) 1929. Preis Rm. 6,50.

Mit der vorliegenden Lieferung hat das Schrödersche Handbuch seine Vollendung gefunden. Es enthält außer dem Schluß des sehr umfangreichen Literaturverzeichnisses zu dem Kapitel „Die psychischen Fähigkeiten der Insekten“ und dem über 100 Seiten einnehmenden Nach- und Personenregister ein „Allgemeines Vorwort“ vom Herausgeber, in welchem dieser einen Rückblick über die Entstehung des Werkes und über seine eigene Entwicklung und Tätigkeit als Entomologe gegeben hat. Es wird darin auch bereits eine Neuauflage in nicht ferner Zeit in Aussicht gestellt, in der eine „gleichmäßigere Bearbeitung der verschiedenen Dispositionsteile“ durchgeführt werden soll.

Wir beglückwünschen den Herausgeber und den Verlag zur Beendigung des großen Werkes, das für jeden wissenschaftlich arbeitenden Entomologen unentbehrlich ist und ein Fundament für die weitere Erforschung der Insekten bildet. K. E.

**Handschin, Eduard,** Praktische Einführung in die Morphologie der Insekten. Ein Hilfsbuch für Lehrer, Studierende und Entomophile. 112 Seiten, mit einem Atlas von 23 Tafeln. Sammlung naturwissenschaftlicher Practica. Bd. 16. Berlin (Gebr. Borntraeger) 1928. Preis Rm. 11,—.

Der Verf. hat in dem vorliegenden Praktikum versucht eine Einführung in die mannigfache Gestaltung des Insektenkörpers und seiner Terminologie vom rein morphologischen Standpunkt aus zu geben. Der leitende Gedanke ist der, Lehrbuch und Praktikum zu vereinigen, eine Kombination, wie wir sie heute in deutscher Sprache noch nicht besitzen, und die als durchaus gelungen bezeichnet werden muß. Besonderer Wert ist dabei auf die Anschauung gelegt, und die sehr sorgsam gewählten Beispiele werden

an Hand eines leicht zugänglichen Materials, insbesondere aus der einheimischen Fauna erläutert. Der Studierende hat es daher leicht, sich an Hand des Praktikums einen Begriff von der Form des Insektenkörpers und seiner verschiedenen Teile und Anhänge zu bilden. Der beigegebene Atlas von 25 Tafeln bringt eine Reihe ausgesuchter Abbildungen von charakteristischen morphologischen Einzelheiten, die es gestatten, sich in der Fülle des Materials ohne Schwierigkeit zurecht zu finden und das Charakteristische zu erkennen. Der Text ist so kurz als möglich gehalten, und die Beschreibung ist, soweit als möglich, auf Definitionen beschränkt. Hinweise auf die Präparationsmethoden werden namentlich dem Anfänger gute Dienste leisten. Auch wird es nicht schwer fallen an Hand der sorgfältig ausgewählten Literaturangaben, die den einzelnen Kapiteln beigegeben sind, ein tieferes Eindringen in Sondergebiete zu ermöglichen. Das Praktikum wird insbesondere dem Studierenden ein ausgezeichnetes Hilfsmittel zur Einführung in die Kenntnis der Insekten sein, denn die Morphologie des Insektenkörpers und insbesondere die vergleichende Morphologie wird stets die elementare Grundlage zum Studium der Entomologie bleiben. Eidmann.

**Uvarov, B. P.,** Locusts and Grasshoppers. A Handbook for their study and control. London (The Imperial Bureau of Entomology). 1928. Preis geb. 21 sh.

Das Heuschreckenproblem ist eines der ältesten und der am tiefsten ins Menschenleben eingreifenden angewandt-entomologischen Probleme. Wird doch der ungeheuren Verwüstungen durch Heuschrecken schon in den ältesten Schriften Erwähnung getan und immer wieder bis in die Neuzeit hören wir die Klagen aus den verschiedenen Ländern der Welt. Nicht selten sind schwere Hungersnöte mit Massensterben von Menschen im Gefolge von Heuschreckeninvasionen aufgetreten.

Kein Wunder, daß eine ungeheure Literatur in allen Sprachen existiert, eine Literatur, die kaum mehr zu übersehen war. Es war für den, der auf diesem Gebiet zu arbeiten hatte, ungemein schwierig, sich über den bisherigen Stand unserer Kenntnisse zu orientieren. Es ist daher aufs freudigste zu begrüßen, daß ein so hervorragender Heuschreckenforscher wie Uvarov es unternommen hat, eine übersichtliche Darstellung über das so überaus wichtige Gebiet der angewandten Entomologie zu geben. Das vorliegende ausgezeichnete Buch gibt in klarster Weise Aufschluß über alles, was bis heute auf dem Gebiete des Heuschreckenproblems gearbeitet wurde. Der Allgemeine Teil handelt über die Anatomie, die Entwicklungsgeschichte, die Lebensgewohnheiten, die Ökologie und Verbreitung, die natürlichen Feinde, über die Periodicität der Gradationen, über die Bekämpfung; der spezielle Teil behandelt 1. *Locustaurus maroccanus* und das Heuschreckenproblem in Spanien, Anatolien, Transkaukasien und Turkestan. 2. *Locusta migratoria* L. und das Heuschreckenproblem in Rußland und den Tropischen Ländern, 3. *Schistocerca peregrinus* Burm. und das Heuschreckenproblem in Süd- und Zentralamerika, 4. *Locustana pardalina* Wlk. und das Heuschreckenproblem in Südafrika. 5. *Calliptomus italicus* L., 6. die solitären Heuschrecken und das Heuschreckenproblem in Sibirien und Nordamerika, 7. das Heuschreckenproblem in Australien, 8. gelegentlich auftretende Heuschrecken und 9. Allgemeine Schlüsse. Ein Literaturverzeichnis von 15 Seiten beschließt das Werk. — Zahlreiche wundervoll klare Textabbildungen und Kurven und 9 Tafeln (darunter eine kolorierte) unterstützen den Text. Uvarovs Buch wird von allen, die mit Heuschreckenbekämpfung zu tun haben, aufs freudigste begrüßt werden und aber auch weit über diesen Kreis hinaus für alle angewandten Entomologen von großem Interesse sein; findet sich darin doch reiche Anregung für die Bearbeitung von Problemen allgemeinsten Bedeutung. Escherich.

**Abderhalden, E.,** Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. IX. Methoden zur Erforschung der Leistungen des tierischen Organismus. Teil 3, Heft 3. Berlin und Wien (Urban & Schwarzenberg) 1929. Preis Rm. 10,—

Das vorliegende Heft des Abderhaldenschen Handbuches enthält „Methoden der Vererbungsforschung“ und zwar sind bearbeitet: der allgemeine Abschnitt über die „Methoden der Vererbungsforschung bei Tieren“ von E. Witschi (Iowa), die Technik der Variations- und Erblichkeitsanalyse bei Crustaceen“ von R. Woltereck (Leipzig) und die „Methoden zur Erforschung der Vererbung bei den Lepidopteren“ von H. Federley (Helsingfors). Letzteres Kapitel hat für jeden Entomologen, nicht zuletzt für den angewandten Entomologen besonderen Wert. K. E.

**Die Rohstoffe des Tierreiches.** Herausgegeben von Ferdinand Pax und Walther Arndt. I. Lieferung (enthaltend Band II, Bogen 1—10). Berlin, Gebr. Bornträger, 1928. Preis der Lieferung Rm. 15,—.

Während die Botaniker in Wiesners „Rohstoffe des Pflanzenreiches“ (heute bereits in der 4. Auflage) einen zuverlässigen Ratgeber in allen Fragen der pflanzlichen Rohstoffkunde besitzen, liegt ein ähnliches Werk über die tierischen Rohstoffe bis jetzt noch nicht vor.

Das hier im Erscheinen begriffene Werk ist daher berufen, eine wesentliche Lücke auszufüllen. Es soll 2 Oktavbände umfassen, die in Lieferungen von durchschnittlich 10 Bogen Umfang erscheinen. Aus dem vorgesehenen Inhalt sei folgendes genannt: Fette, Öle, Wachse — Bitumina — Häute und Membranen — Pelze, Pelztierzucht — Vogelbälge und Federn — Leimsubstanzen — Schwämme — Düngemittel — Schmucksachen — Schleifmittel — Insektengallen — Farbstoffe — Riechstoffe — Sera und innersekretorische Produkte — Pfeilgifte usw. — Nahrungs- und Genußmittel — usw. Nicht weniger als 30 Mitarbeiter sind an der Bewältigung des Stoffes beteiligt.

Die vorliegende 1. Lieferung betrifft: „Schmucksachen, kunstgewerbliche Arbeiten und Drechslerrohstoffe aus wirbellosen Tieren.“ Es werden hier behandelt: Glaskschwämme, Seemoos, Akori, Korallen, Echinodermen als Schmuck und Gerät, Zerstreuungspolarisatoren aus Echinodermenkalk, Krebse als Schmuck und Gerät, Insekten als Schmuck, Perlmutter und Perlen.

Wir werden gerne über die weiteren Lieferungen des verdienstvollen Werkes berichten, das nicht nur für Zoologen, sondern auch für Industrie und Handel, für den Pharmazeuten, Landwirt, für den Fischerei- und Jagdinteressenten usw. großes Interesse hat. K. E.

**Blattminenkunde Europas, I. Die Dipterenminen** von Dr. Friedrich Hendel. Lieferung 2 (Bogen 5—7, Taf. III—V). Wien, Fritz Wagner, 1928. Preis Rm. 7,50.

Hendel setzt die Übersicht über die Dipterenminen (s. diese Zeitschrift Bd. 12, S. 512) fort und behandelt die Pflanzenfamilien der Chenopodiaceen, Caryophyllaceen, Nymphaeaceen, Ranunculaceen, Papaveraceen, Cruciferen, Crassulaceen und Saxifragaceen. Drei gut gelungene Tafeln (photographische Aufnahmen) zeigen eine Anzahl charakteristischer Minen. K. E.

**Eggers, Friedrich, Die stiftführenden Sinnesorgane.** Morphologie und Physiologie der chordotonalen und der tympanalen Sinnesapparate der Insekten. Mit 149 Abbildungen. — Zoologische Bausteine (herausgegeben von Prof. Dr. Paul Schulze). Bd. II. Heft 1. Berlin (Gebr. Bornträger), 1928. Preis Rm. 34,—.

Je mehr die „Gehörorgane“ der Insekten erforscht wurden, als um so überraschender erwies sich die Vielgestaltigkeit und Kompliziertheit der tympanalen und chordotonalen Apparate, die Verf. als „stiftführende Sinnesorgane“ zusammenfaßt. In der Kompliziertheit des Baues stehen sie den Sehorganen kaum nach, in der Vielgestaltigkeit aber übertreffen sie diese wesentlich; sie erinnern in letzter Beziehung viel eher an die Lautapparate der Insekten, die ebenfalls sowohl bezüglich des Baues als auch bezüglich der

Lage im Insektenkörper sehr verschieden sich verhalten. Ebenso wie es unmöglich ist, die Stimmorgane der Insekten als morphologische Einheit darzustellen, steht es auch mit den Chordotonalen und insbesondere den Tympanalorganen.

Wer, sei es als Morphologe, als Physiologe oder als Systematiker sich mit den „Gehörorganen“ der Insekten beschäftigen wollte, war bisher vor keine leichte Aufgabe gestellt, sich über das bisher Geleistete zu orientieren. So ist es freudig zu begrüßen, daß Eggers, der selbst großen Anteil an der Erforschung dieser Organe hat, sich entschlossen hat, das schwierige und umfangreiche Gebiet zusammenfassend zu bearbeiten. Das vorliegende Werk gibt ein vollständiges Gesamtbild aller bis heute beschriebenen stiftführenden Organe, so daß jeder in der Lage ist, sich rasch und sicher zu orientieren, (was durch eine tabellarische Übersicht noch erleichtert wird). In den letzten 3 Kapiteln wird die Ontogenie, Phylogenie und Physiologie behandelt, wobei all die verschiedenen Meinungen und Auslegungen zur Sprache gebracht werden. Es wurde dabei auch versucht in das Chaos der Terminologie etwas Ordnung zu bringen. Der Text ist von zahlreichen klaren Abbildungen begleitet. Die Ausstattung ist ausgezeichnet. K. E.

**Dahl, Friedrich,** Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeres-  
teile nach ihren Merkmalen und nach ihrer Lebensweise. 11. Teil:  
Zweiflügler oder Dipteren. II. Allgemeiner Teil von Fr. H e n d e l.  
Preis Rm. 8. 12. Teil: Spinnentiere oder Arachnoiden. IV.: Bärtierchen  
(Tardigrade) von Ernst Marcus. Preis Rm. 15. 13. Teil: Zweiflügler  
oder Dipteren. III. Muscidae. Von O. Karl. Preis Rm. 15. Jena  
(Gustav Fischer 1928).

Von dem im Verlag von Gustav Fischer erscheinenden großen Werk (s. diese Zeitschr. Bd. XIV, S. 407) liegen bereits wieder 3 Lieferungen vor.

Im 11. Teil gibt der bekannte Wiener Dipterologe H e n d e l eine Übersicht über das System, die äußere Morphologie der Dipteren, über die grundlegende moderne Literatur über die allgemeine Morphologie und Biologie der Dipteren. Die Hälfte des vorliegenden Teiles nehmen Bestimmungstabellen ein, zunächst für die Imagines der Familien der deutschen Dipteren, sodann für die Hauptformen der Dipterenpuppen und für die Larven der Familien der deutschen Dipteren. Zahlreiche, ausgezeichnete Abbildungen setzen auch den Nicht-Dipterologen in den Stand, sich in das schwierige Gebiet einzuarbeiten.

Eine Fortsetzung der Dipteren bringt der 13. Teil des Werkes, der die Familie der Musciden, bearbeitet von O. St o l p enthält. Die Familie wird hier in 6 Unterfamilien eingeteilt; für jede derselben werden besondere Bestimmungsschlüssel aufgestellt. Wo es möglich war, sind auch Bestimmungsschlüssel für die ♀♀ vorhanden. Die beiden Diptereuteile gehören zum unentbehrlichen Rüstzeug des angewandten Entomologen.

In der Bearbeitung der Bärtierchen oder Tardigraden durch Ernst Marcus sind sämtliche bisher bekannt gewordenen Tardigraden-Arten beschrieben worden, da die über mehrere Kontinente ausgedehnte Verbreitung so vieler Arten der leicht verschleppbaren Tiere vermuten läßt, daß bei gründlicher Durchforschung manche bisher nicht in Deutschland festgestellten Spezies hier auch zu finden sein werden. Beim Durchsehen des Marcusschen Werkes wird einem erst klar, welch hochinteressante Tiergruppe in biologischer, morphologischer und systematischer Hinsicht die Bärtierchen darstellen und es ist zu hoffen, daß die vorliegende Tardigraden-Bearbeitung Veranlassung dazu gibt, daß in Zukunft den Bärtierchen noch mehr Interesse als bisher entgegengebracht wird. K. E.

**Martini, Ernst,** Beiträge zur medizinischen Entomologie und zur Malaria-  
Epidemiologie des unteren Wolgagebietes. Quart. XII und 134 Seiten,  
42 Abbildungen auf 14 Tafeln und 3 Karten. 1928. Verlag von  
Friederichsen, de Gruyter & Co. m. b. H., Hamburg 36. Rm. 12.

(Abhandlungen aus dem Gebiet der Auslandskunde Bd 29, Reihe D Bd. 3.)



Die vorliegende Veröffentlichung gibt den Bericht über Studien in der Umgebung von Saratow zur genauen Untersuchung der Stechmückenfauna. Für den Verfasser stand im Vordergrund erstens das Interesse, im Südosten Europas, von wo bisher noch so gut wie keine Nachrichten über die Stechmückenfauna vorlagen, gründliche faunistische Ermittlungen machen zu können, welche geeignet erschienen, über die Verbreitung vieler, bisher nur aus West- und Mitteleuropa bekannter Arten Aufschluß zu geben und eine Erkenntnis der der geographischen Verbreitung dieser Tiere zugrunde liegenden Gesetze anzubahnen. Zweitens war es nötig, die theoretischen Ableitungen über die Epidemiologie der Malaria, die der Verfasser auf Grund der Kriegserfahrungen und der Literatur in den letzten Jahren gemacht hatte, im Malariagebiet selbst auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Die Martinische Schrift enthält so viele Erörterungen von allgemeinsten Bedeutung, daß sie nicht nur für den Mediziner und Hygieniker, sondern für jeden angewandten Entomologen größtes Interesse besitzt. K. E.

**Schuster, Julius**, Linné und Fabricius, zu ihrem Leben und Werk. Drei Faksimiles mit einem Nachwort über das natürliche System. München, Verlag der Münchener Drucke. 1928. Preis Rm. 4.

Das vornehm ausgestattete Heft (IV. Sonderheft) der „Münchener Beiträge zur Geschichte und Literatur der Naturwissenschaften und Medizin“ sollte jeder Entomologe lesen. Er erfährt darin so viel menschlich Interessantes der 2 großen Naturforscher und Systematiker, daß er die Autorennamen, die so unzähligemale vorkommen, gewiß nicht mehr rein mechanisch lesen und schreiben wird, sondern mit einer lebenswarmen Vorstellung verbinden wird. Der erste Faksimile-Druck gibt die Biographie Linnés wieder, die Fabricius im Jahre 1780 unter dem Titel „Einige nähere Umstände aus dem Leben des Ritters von Linné“ veröffentlicht hat. Dann folgen 2 Faksimiles: „Introductio ad ordines naturales e Manuscripto Giesekei“ und „Introductio ad ordines naturales e Manuscripto Fabricii“ aus Caroli a Linne, Praelectiones in ordines naturales plantarum (Edidit Paulus Diet. Gieseke, Hamburgi 1792). Sodann folgt die hochinteressante „Autobiographie des Naturforschers Fabricius“. Den Schluß bilden einige Bemerkungen des Herausgebers zum „Natürlichen System“. Ein ausgezeichnetes Porträt Linnés (nach einem Pastell von Lindberg, 1753), ein Porträt von Fabricius (nach einer Zeichnung von Lade), ferner ein Bild von Linnés Museum zu Hammarby (wesentlich kleiner als ein Bahnwärterhäuschen!) und endlich ein Faksimile der Tafel von Bütners Natürlichem System nach Rilling 1774 schmücken das Heft, das bei seiner Ausstattung als sehr preiswert zu bezeichnen ist. K. E.

**Hirsch, G. Chr.**, Index Biologorum Investigatores, Laborantia, Periodica. Berlin (Julius Springer). 1928. Preis geb. Rm. 27.

Der Hirschsche Index zerfällt in 3 Teile: Der erste und umfangreichste Teil (S. 1—335) bringt die Namen der Forscher auf dem Gesamtgebiet der Biologie, Geburtsjahr, Stellung, Adresse, die Spezialforschungsgebiete, Jahr und Ort der Doktorpromotion usw.; der 2. Teil (S. 336—539) führt die Institute auf, geordnet nach den Disziplinen, mit Angabe der Leiter jedes Institutes und der Hauptarbeitsgebiete, und der 3. kleinste Teil enthält eine Aufzählung der heute erscheinenden Periodica.

Der Index gehört zum unentbehrlichen Handwerkszeug jedes Biologen. Bei einer Neuauflage wird eine größere Vollständigkeit anzustreben sein. K. E.

# Neue Literatur.

Eingesandt von Juni 1928 bis Januar 1929.

- Andres, Adolf**, The Dragon-flies of Egypt. — Mém. de la Soc. Roy. Ent. d'Egypte. Mit 5 zum Teil bunten Tafeln. 1928.
- Andres, Adolf**, Révision des Espèces Egyptiennes du genre *Blaps*. — Bull. Soc. Ent. d'Egypte. 1928.
- Annand, P. N.**, A Contribution toward a Monograph of *Adelginae* (*Phylloxeridae*) of North America. — Stanford University California 1928. (146 S. Mit 31 Abb. im Text.)
- Appel, Otto**, Krankheiten des Kern- und Steinobstes. Teil I u. II. Mit je 24 farb. Tafeln. — Berlin, Verlag P. Parey. 1928.
- Baden**, Vereins-Nachrichten der Bad. Ent. Vereinigung Freiburg i. Br. Nr. 8. März 1928.
- Barbey, Aug.**, A. Travers les forêts incendiées. — Mit 6 Abb. L'Illustration. 1928.
- Bauer**, Warmwasser- und Sapsolverfahren für die Rebenentseuchung. — D. Dtsche. Weinbau. 1928.
- Biologische Reichsanstalt**, Arbeiten aus der B. R. A. Bd. XVI. Heft 2. Berlin 1928. (Aus dem Inhalt: A. Schilder u. Maria Schilder, Die Nahrung der Coccinelliden usw.).
- Biologische Reichsanstalt**, Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1927. — Zusammengestellt von E. Werth. Berlin 1928.
- Biologische Reichsanstalt**, Flugblatt Nr. 6: Schädliche Spinnerraupen an Garten-, Park- und Straßenbäumen. Von Dr. M. Schmidt. -- Flugblatt Nr. 46: Erprobte Mittel gegen tierische Schädlinge. Von W. Trappmann. — Flugblatt Nr. 52: Die Herstellung kupferarsen- und nikotinhaliger Spritzbrühen für den Pflanzenschutz. Von Zillig u. Herschler. — Flugblatt Nr. 58 (dritte Aufl.): Maden und Raupe an Kohl. Von Dr. M. Schmidt. — Flugblatt Nr. 92: Rübenasckäfer und ihre Bekämpfung. Von H. Blunck u. H. Hähne. — Flugblatt Nr. 93: Die fünf wichtigsten Krankheiten der Rosen und ihre Bekämpfung. Von Dr. Laubert -- Berlin 1928.
- Bischoff, W.**, Die Ökologie der palaearktischen Blepharoceriden. — Ergebn. u. Fortschr. d. Zool. 1928 (68 S 53 Abb.).
- Blank-Weißberg, Stefan**, Die Bekämpfung des Anophelismus in Polen im Jahre 1927. — Lwow 1928 (Bull. Ent. Pologne).
- Blunck, H., Bremer H., und Kaufmann, O.**, Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege (*Pegomya hyoscyami* Pz.). 150 Seit. 30 Abb. 3 Karten u. 1 col. Tafel. — Arb. a. d. Biol. Reichsanstalt XVI. Heft 3. Berlin 1928.
- Boas, J. E. V.**, Kampen mod oksebremseplagen i Danmark (*Hypoderma*). — Kopenhagen 1928 (39 S.).
- Bodenheimer, F. S.**, Materialien zur Geschichte der Entomologie. Bd. I. 498 Seit. Lexikonformat. Mit 24 Taf. u. 152 Abb im Text. — Berlin (W. Junk). 1928.
- Bovien, Prosper**, Blommehvespen og Paerehvespen. (*Hoplocampa fulvicornis* og *H. brevis*). — Gartner Tid. 1928.
- Bovien, Prosper**, Lidt om Aebiletraes Knopviklere (Tortricidae). — Gartner Tid. 1928.

- Bremer, H.**, Geschichte des Rübenfliegenbefalls im nördlichen Vorpommern und auf Rügen im Jahre 1924. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. Bd. XVI. 1928.
- Bremer, H.**, Dieselbe im Jahre 1925. — Ebenda.
- Bremer, H.**, Dieselbe im Jahre 1926. — Ebenda.
- Bremer, H.**, und **Kaufmann, O.**, Die natürlichen Feinde der Rübenfliege. — Arb. a. d. Biol. R. A. XVI. 1928.
- Britton, W. E.**, siehe Connecticut.
- California**, siehe Hilgardia.
- Cloppalo, W.**, Das Blausieb in den südlichen Steppenforstrevieren. — Mitt. Forstl. Vers.-Wes. Ukraine IX. 1928. (Russisch mit deutsch-Resumé.)
- Chemische Fabrik Schleich.** Die wirksame Bekämpfung des Rübenaszkäfers. — Durch Schleichs Perit. Berlin 1927.
- Claus, J.**, Das Tannensterben im sächsischen Walde. — Landesverein Sächs. Heimatschutz. XVII. Heft 7 u. 8. Dresden 1928.
- Connecticut**, 27. Report of the State entomologist of Connecticut. — By W. E. Britton. Febr. 1928.
- Cotton, R. T.**, and **Roark, R. C.** Fumigation of Stored-Product Insects with certain Alkyl and Alkylene Formates. — Ind. and Engin. Chem. Vol. 20 Nr. 4. April 1928.
- Dahl, Friedrich**, Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 7. Teil: Coleoptera oder Käfer. I. Carabidae von Tenge Mrozek-Dahl. 8. Teil: Spinnentiere oder Arachnoiden. III. Opiliones, Pseudoscorpionida, Pentastomida. Von Kästner, Schenkel, Loman und Sprehn. — Jena (Gustav Fischer). 1928. Preis 12,— Rm. und 8,— Rm.
- Dahl, Friedrich**, Die Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. 12. Teil: Spinnentiere oder *Arachnoidea*. IV. Bärtierchen (*Tardigrada*) von E. Marcus. 11. Teil: Zweiflügler oder *Diptera*. II. Allg. Teil von Fr. Hendel. 13. Teil: Zweiflügler oder *Diptera*. III. *Muscidae* von O. Karl. — Jena (Gustav Fischer). 1928. Preis 11. Teil 8,— Rm., 12. Teil 15,— Rm. und 13. Teil 15,— Rm.
- Dampf**, Metodos modernos para el combate de plagas de origen animal. (Übersetzung von Escherichs Neuzeitliche Schädlingsbekämpfung). — Bull. Mens. II. Nr. 6 u. 7. 1928.
- Deckert, W.**, Befriedigende Ergebnisse bei der Hausbock (*Hyloterpes*)-Bekämpfung mit Blausäure. — Tech. Gemeindeblatt 1928. Nr. 17.
- Demarest, Leonard, Mortimer**, A List of the Insects of New York (with a list of the Spiders and certain other allied groups. Cornell University. — Ithaca 1928. (1120 S. 1 Karte.)
- Dingler, Max**, *Chalcographus*-Fraß in Weymouthskiefern. — Forstwiss. Centrbl. 1928.
- Driggers Byrley, F.**, Galls on stems of cultivated Blueberry (*Vaccinium corymbosum*) caused by a Chalcidoid, *Hemadas nubilipennis* Ashm. — Journ. New York Entom. Soc. 1927.
- Eckstein, K.**, Der Hausbock. — Bad. Bl. f. aug. Entom. 1928.
- Eckstein, K.**, Neue Schädlinge an jungen Kiefern (*Thortrix politana*). — Die Forst. Zeit. 1928.
- Eggers, Friedrich**, Die stiftführenden Sinnesorgane. Morphologie und Physiologie der chordotonalen und tympanalen Sinnesapparate der Insekten. (353 S. mit 149 Abb.) — Berlin (Gebr. Bornträger.) 1928. Preis 34 Rm.
- Eldmann, H.**, Crabroniden als Bewohner alter Stämme. — Forstwiss. Centrbl. 1928.
- Eldmann, H.**, und **Berwig, W.**, Untersuchungen über physikalische Eigenschaften, insbesondere Haftfähigkeit von Arsenbestäubungsmitteln. — Forstwiss. Centrbl. 1928. 26. S. 10 Abb.
- Ellinger, Tage**, and **Sachtleben, Hans**, Notes on the Central European Parasites of *Pyrausta nubilalis* Hb. — Intern. Corn Borer Invest. Chicago 1928.
- Emerson, Alfr. Edw.**, Termites of the Belgian Congo and the Cameroon. — Bull. Americ. Mus. Nat. Hist. LVII. New York 1928. 174 S. 18 Taf.

- Faes, H.**, La lutte contre les chenilles fileuses ou chemilles d'Hyponomeutes. — An. agric. Suisse 1928.
- Faes, H.**, Influence des conditions climatiques sur le développement des insectes et champignons parasites des cultures. — An. agr. Suisse 1928.
- Faes, H.**, Rapport Annuel 1927. Station fédér. d'essais vitic. a Lausanne et domaine de Pully. — An. agr. Suisse 1928.
- Frickhinger, H. W.**, Neues aus dem Gebiet der Schädlingsbekämpfung. — Südd. Apotheker-Zeitg. 1928.
- Frickhinger, H. W.**, Die Tagung der „Deutschen Gesellschaft für angewandte Entomologie“. — D. staatl. gepr. Desinfektor 1928.
- Frickhinger, H. W.**, Der Messingkäfer und seine Bekämpfung. — Zeitschr. f. Des. u. Gesundheitswesen. 1928.
- Frickhinger, H. W.**, Massenaufreten von Hausschädlingen. — Mitt. Ges. f. Vorratschutz. 1928.
- Gabritschewsky, E.**, Scénecence embryonnaire rajeunissement et déterminisme des formes larvaires de „*Miastor metraloas*“ (*Cecidomyidae, Diptera*). — Bull. biol. France et Belg. 1928.
- Gasow, H.**, Die Frühdiagnose des Auftretens der Azaleenmotte (*Gracilaria axalella* Br.). — Arb. a. d. Biol. R.-A. XV. H. 5. 1928.
- Geintz, B.**, Zur Biologie des Messingkäfers. — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.
- Goesch, J.**, Zur Kiefernspannerbekämpfung. Erwiderung auf den Artikel von Professor Dr. Wolff. — D. Dtsche. Forstwirt X. 1928. Nr. 111.
- Greese, N.**, Zur Biologie des großen braunen Rüsselkäfers (*Hyllobius abietis* L.). — Mitt. Forstl. Vers. Wes. Ukraine IX. 1928. (Russisch mit deutschem Resumé).
- Greese, N.**, Zur Frage über die Bedeutung der Fanggräben als Abwehrmittel gegen den großen braunen Rüsselkäfer (*Hyl abietis* L.). — Mitt. Forstl. Vers.-Wes. Ukraine IX. 1928.
- Griffiths, T. H. D.**, *Anopheles atropos* Dyar and Knab, a note on its breeding and other habits. — U. S. Publ. Health Serv. 1927.
- Hamburg.** — Institut für angewandte Botanik. Bericht über die Tätigkeit der Abteilung für Pflanzenschutz (20. bis 26. Ber. für die Zeit vom 1. Juli 1917 bis 30. Juni 1924 von Lindinger). Hamburg 1927.
- Hamburg.** Jahresberichte des Instituts für angewandte Botanik für 1924--1927. — Hamburg 1928.
- Hase, Albrecht.** Kurzscluß durch Mehlmotten (*Ephestia kuehniella* Zell.) — Gesundh.-Ingenieur 1928.
- Hazellhoff, E. H.**, Entomologisch Onderzoek XIV. -- Proefstat. Java-Suikerindustr. 1927.
- Hazellhoff, E. H.**, Witteluisbestrijding en biologie der Boordereiparasieten door. 1928.
- Headlee Thomas, J.**, siehe New Jersey.
- Headlee Thomas, J.**, Some Data relative to the relationship of temperature to Codling Moth activity. — Journ. New York Ent. Soc. 1928.
- Hecht, Otto**, Hydrocyanic Acid Fumigation for Combating Insects. New York 1928.
- Hecht, Otto**, Über die Sproßpilze der Oesophagus-Ausstülpungen und über die Giftwirkung der Speicheldrüsen von Stechmücken. — Arch. f. Schiffs- u. Tropenhygiene. 1928.
- Hendel, Fr.**, Blattminenkunde Europas I. Die Dipterenminen. Lief. 2. Wien 1928.
- Hilgardia**, A Journal of Agricultural Science. Published by the California Agricultural Exper. Station Vol. 3.
- Horn, W.**, Das Schweigen im Walde (über L. O. Howard). — Ent Mitt. XVI. 1927.
- Hutson, Ray**, Package versus overwintered bees for orchard Use as Pollenizers. — Am. Bee Journ. 1928.
- Hutson, Ray**, A reliability Study of Kelty's Method for Differential Diagnosis of Brood Diseases. — Am. Bee Journ. 1928

- Ilijinsky, A., und Greese, N.**, Besichtigungsmethoden und Resultate vom Kiefernspinner beschädigter Wälder. — Mitt. Forstl. Vers.-Wes. Ukraine IX. 1928. (Russisch mit deutschem Resumé).
- Inomata, S.**, Suggestions to the 4. Intern. Congr. of Entomology (Ithaka). 1928.
- International Committee of Phytopathology and Economic Entomology.** — Third Report 1927/28. (Editor T. A. C. Schoevers) Wageningen 1928.
- Janisch, Ernst**, Die Lebens- und Entwicklungsdauer der Insekten als Temperaturfunktion. — Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 132.
- Japan. Insecta Matsumurana** Vol. II. Nr. 4 und Vol. III. Nr. 1. Enthält Arbeiten von Kono, Sato, Matsumura, Uchida usw. Japporo 1928.
- Jorgensen, C. A., og Thomsen, Mathias**, Bygsorter og Havreaal. Tid. Planteavl. 1928.
- Kaufmann, O.**, Geschichte des Rübenliegenbefalls im Jahre 1925. Arb. a. d. Biol. R. A. XII. 1928.
- Kaufmann, O.**, Dieselbe im Jahre 1926. Ebenda.
- Kaufmann, O.**, Dieselbe im Jahre 1927. Ebenda.
- Kovačević Željko**, Sušenje hrastova u posanini. — Entomoloskibijoloska studija. Zagreb 1928 (48 S. 8 Abb.)
- Kozhantschikov, J.**, New biometrical investigation of the Phylloxera-Races. — Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungslehre. 1928.
- Kuhl, Willi**, Die Variabilität der abdominalen Körperanhänge von *Forficula auricularia* L. (230 S., 69 Abb. u. 93 Tabellen). — Zeitschr. f. Morph. und Ökol. 1928.
- Kuntze, Roman**, Genetische Analyse der Farbungsvariabilität des Blattkäfers *Melasma aenea* L. — Zeitschr. f. indukt. Abst.- u. Vererbungslehre. 1928.
- Kuwana, Inokichi**, The Diaspine (Cecidae) of Japan V. Min. — Agric. and Forestry Japan. Scient. Bull. Nr. 1. 1928.
- Kuwana, Inokichi**, *Aleyrodidae* or white fleck attacking citrus plants in Japan. Ebenda.
- Krauß, H. A.**, Der Messingkafer (*Neptus hololeucus*). — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.
- Lauterborn, R.**, Die Anfänge der Forstzoologie in Baden. II. u. III. — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.
- Lengerken, H. v.**, Über die Entstehung bilateral-symmetrischer Insektengynander aus verschmolzenen Eiern. — Biol. Zentrbl. 1928.
- Lindinger**, Die Schildläuse der mitteleuropäischen Gewächshäuser. — Ent. Jahrb. 1924/25. Lindinger, siehe Hamburg.
- Loos, Kurt**, Welche Mittel stehen der Natur zur Verfügung, um der Entstehung von Insektenkalamitäten entgegenzuarbeiten? — Sud. Forst- u. Jagdztg. 1927.
- Loos, Kurt**, Welche Ortsveränderungen nehmen unsere heimischen Meisen während der Jahresfrist vor und welche wirtschaftliche Bedeutung haben diese für uns? — Ebenda 1928.
- Magne, Bruce**, Notes on the influence of temperature and humidity on oviposition and early life of Anopheles. — U. S. Publ. Health Serv. 1926.
- Mahdihassan, S.**, Early Recognition of Sex among Lao Insects. — Journ. Ind. Inst. of Science. Vol. 9. (1925.) Mit 10 Tafeln.
- Malenotti Ettore**, Lo *Sminthurus viridis* Lubb dannose al frumento. — Acc. Agr., Sc. e lett. Verona 1928.
- Malenotti Ettore**, Fumigazioni a zero gradi (Con note sulla *Epidiaspis pricola* Dee (Guer.). — L'Italia agricola. 1928.
- Marchal, Paul**, Etude biologique et morphologique du Puceron lanigère du Pommier (*Eriosoma lanigerum* Haus). — Ann. des Epiphyties. XIV. 1928. Nr. 1. (106 S. 37 Abb.)
- Marcovitch, S.**, Studies on Toxicity of Fluorine Compounds. — Univers. Tennessee. 1928.
- Marshall, Wm. S.**, The Malpighian Tubules of the Larva of *Heptagenia interpunctata* Say. — An. Ent. Soc. Amer. Vol. XX. Nr. 2. 1927.
- Martini, E.**, Eine interessante Variante am Hypopygium einer Culicidae. — Ent. Mitt. 1928.

- Martini, E.**, Übersegmentale Gliederung nematocerer Dipteren I—IV. — Zool. Anz. 1928.
- Martini, E.**, Malaria und Malariabekämpfung in der Türkei. — Seuchenbekämpfung. 1928. Heft 1/2.
- Martini, E.**, Beiträge zur medizinischen Entomologie und zur Malaria-Epidemiologie des unteren Wolgagebietes. — Hamburg. Univers. Abh. aus dem Gebiet der Auslandskunde. Bd. 29. 1928.
- Mattes, Otto**, Über den Entwicklungsgang der Microsporidie *Thelohania ephestiae* u. die von ihr hervorgerufenen Krankheitserscheinungen. — (56 S. 10 Abb. 4 Taf.) Zeitschr. f. wiss. Zoologie. Bd. 132. Leipzig 1928.
- Mehner**, Das Hinsiechen der Fichtenbestände im sächsischen Niederlande durch Fraß der Fichtenblattwespe. — Landesver. Sächs. Heimatschutz. XVII. Heft 7 u. 8. Dresden 1928.
- Meinecke, E. P.**, The evaluation of loss from killing diseases in the young forest. — Journ. of Forestry. Washington 1928.
- Meinecke, E. P.**, A report upon the effect of excessive tourist travel on the California Redwood Parks. — Sacramento 1928.
- Meinecke, E. P.**, Forest Protection-Diseases. — Journ. of Forestry. 1925.
- Menzel, R.**, Über den Nestbau von *Sceliphron*. — Rev. Suisse de Zool. 1928.
- Mexiko**. — Muestuario de las laminas a colores de las principales plagas mexicanas de la agricultura. 1928.
- Mexiko**. — La Langosta devastadora de Mexico. Los Trab. centrf. del Labor. Biol. Boletin. Nr. 4. Veracruz 1926.
- Mexiko**. — Boletin Mensual. Organo de la Oficina para la Defensa Agricola. Tomo II. Nr. 1—9. (1928)
- Mississippi**. — The Quarterly Bulletin of the State Plante Board of Miss. Vol. 8. Nr. 1 u. 2. (July.) 1928.
- Molz, E.**, Reizphysiologische Versuche zur Bekämpfung des Rüben nematoden (*Heterodera Schachtii*). Fortschr. der Landw. 1928.
- Mordvilko, M.**, Nouvelle contribution a l'étude de l'anolocythie chez les Aphides *Forida formicaria*. Heyd. et sa forme anolocyclique. — Compte rend. (Séance 3. Dez. 1928.)
- Mordvilko, M. A.**, Nouvelle contribution a l'étude de l'anolocythie chez les Pemphigiens des Pistachiers. — Compt. rend. Paris 1928.
- Mordvilko, M. A.**, Les Pemphigiens des Pistachiers et leurs formes anolocycliques. — Bull. Soc. zool. France 1928.
- Mordvilko, A.**, The Evolution of Cycles and the Origin of Heteroecy (Migrations in Plant-Lice). — An. Magaz. of Nat. Hist. 1928.
- Nagel, W.**, Einwirkung verschiedener Arsenpräparate auf die Nonnenraupe. Frankfurt 1928.
- Neiva, Arthur**, Os trabalhos da Comissão de Estudo e Debellação da Praga Cafeteira, desde seu inicio. — São Paulo 1928.
- New Jersey**. — Report of the Dep. of Entom. of the New Jersey Agr. Exp. Stat. By Thomas J. Headlee. 1928.
- Okamoto, H.**, and **Takahashi, R.**, Some Aphididae from Corea. — Insekta Matsum. Vol. I. Nr. 3. 1927.
- Paoli, G.**, Antonio Berlese. (Nekrolog.) — Mem. Soc. Ent. Ital. VI. 1927. (30 S.)
- Paoli, G.**, Casi fitopatologici osservati in Liguria 1927. — Bull. Staz. Pat. veg. Roma. VII. 1927.
- Pax, F.**, und **Arndt, W.**, Die Rohstoffe des Tierreichs. I. Lief. (Bd. II, Bog. 1—10), Schmucksachen, kunstgewerbliche Arbeiten und Drechslerrohstoffe aus wirbellosen Tieren. Berlin. (Gebr. Bornträger.) 1928. Preis 15,— Rm.
- Polen**. — Report of the institute of Forest Protection and Entomology. — Skierniewice-Poland 1924—1927. Lwow 1928.
- Pustet, A.**, Einige Versuche zur Bekämpfung von Speicherschädlingen. — Prakt. Bl. f. Pflanzenschutz. 1927.

- Raciecka, Marja**, On the innervation of the wings of Rhopalocera. — Trav. Soc. Sc. et d. Lettres de Vilno. Tome IV. 1928. (Polnisch m. engl. Resumé.)
- Reh, L.**, Universitätsstadt und Museen. Hamburger Nachrichten. 1928.
- Reissig**, Beobachtungen und Erfahrungen bei der Spannerbekämpfung mittels Flugzeug im Jahre 1926. — Forstw. Centrbl. 1927.
- Reissig**, Über *Strophosomus coryli* und *obesus*, die Schmerbauchrüssler. — Forstw. Centrbl. 1928.
- Reissig**, Wurmschäden an Eichen. — Holz-Zentralbl. 1929.
- Rettich**, Das Auftreten schädlicher Forstinsekten in Baden im Jahre 1928. — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.
- Rettich**, Das Auftreten der Kieferabuschnhornblattwespe (*Lophyrus pini*) in Baden 1927. — Silva 1928. Nr. 4.
- Rettich**, Das Auftreten von schädlichen Forstinsekten in den Kiefernbeständen des badischen unteren Rheintals, im besonderen der Kiefernblattwespe (*Lophyrus pini* L.) in den Jahren 1927. — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.
- Rhumbler, L.**, Die sogenannten Wolläuse und ihre Beziehungen zum Eingehen von Bäumen. — Silva 1928.
- Rhumbler, L.**, Maikäferflugjahre in Münden und einiges über Maikäferflugjahre im allgemeinen. Forstarchiv 1926.
- Rhumbler, L.**, Maikäferflüge in Münden. — Verhdl. D. G. f. ang. Ent. 1926.
- Rimpar, W.**, Über das Vorkommen von Schlamm-(Ernte-)Fieber in Südbayern im Sommer 1926. — Münchn. Med. Woch. 1927.
- Roark, R. C., and Cotton, R. T.**, Insecticidal Action of some Esters of Halogenated Fatty Acids in the Vapor Phase. — Ind. and Engin. Chem. Vol. 20. Nr. 5. (May 1928).
- Roark, R. C.**, Review of United States Patents relating to Pest Control. — Bureau of Chemistry and Soils. Vol. I. Nr. 4—9. 1928.
- Rösch, G. A.**, Über die Bautätigkeit im Bienenvolk und das Alter der Baubienen. (14 Abb. 34 S.) — Zeitschr. f. vergl. Phys. 1927.
- Rösch, G. A.**, Experimentelle Untersuchungen über die Entstehung von Zwittern bei der Honigbiene (*Apis mellifica* L.). — Verh. D. Zool. Ges. 1928.
- Rolle**, Untersuchungen über die Wirkung des Pyrethrumpulvers auf Muscidenbrut. — Zeitschr. f. Des. u. Ges. 1928.
- Rudnew, D.**, Der große Hockkäfer (*Cerambyx cerdo* L.) in der Ukraine. — Mittl. Forstl. Vers.-Wes. Ukraine. IX. 1928.
- Rudolfs, Willem**, Studies on chemical changes during the life cycle of the Tent caterpillar (*Malacosoma americana* F.). III. Soluble ash and sulfates. — Journ. New York Ent. Soc. XXXV. 1927.
- Russkoff, M.**, Einige schädliche Forstinsekten, die in den Wäldern Bulgariens während des Jahres 1927 festgestellt wurden. — Mitt. Bulg. Entom. Ges. 1928. (Bulgarisch m. deutschem Resumé)
- Schilder, Fr. A., und M.**, Die Nahrung der Coccinelliden und ihre Beziehungen zur Verwandtschaft der Arten. — Arb. Biol. R.-A. 1928. XVI. H. 2.
- Schilling, H. Frh. v.**, Die Schädlinge des Obst- und Weinbaues. Mit 16 Abb. und 2 Farbentafeln. 3. Aufl. Frankfurt a. O. (Trowitzsch & Sohn). 1928.
- Schimitschek, Erwin**, Beobachtungen bei einer Übervermehrung der Tannentrieblaus *Dreyfusia Nüsslini* C. B. — Centrbl. f. d. ges. Forstw. 1928.
- Schröder, Chr.**, Handbuch der Entomologie. 39. Lief. Preis 8,— Rm.
- Schütze, W.**, Merkblatt zur Schnakenbekämpfung. Hanau 1928.
- Severin, Henry, H. P.**, Some Host Plants of Curly Top. — Hilgardia 1928.
- Severin, Henry, H. P.**, Transmission of Tomato Yellows, or Curly Top of the Sugar Beet, by *Eutettix tenellus* (Baker). — Ebenda.
- Shimoda, O.**, Über die eiweißlösenden Enzyme im Magensaft von *Astacus*. — Zeitschr. f. vergl. Phys. VII. 1928. (40 S.)

- Siemaszko Janina i Wincenty**, Owadorosty polskie i palearktyczne (*Laboulbenia* les polonici et palaeartici). — Lwow 1928. (Bull. ent. d. l. Pologne).
- Spessivtseff, Paul**, Studien über die Biologie der Borkenkäfer Schwedens mit bes. Berücksichtigung der Generationsfrage. 1. (Schwedisch m. deutschem Resumé). — Medd. Stat Skogsförs. Häfte 24. Nr. 8. 1928.
- Speyer, W.**, Honigtau an Apfelnknoten als Folge von Raupenfraß. — Nachr. D. Pfl. 1928.
- Speyer, W.**, Chrysomeliden. Blattkäfer. — Handb. d. Pflanzenkr. V. Band: Tierische Schädlinge von Dr. L. Reh. Berlin 1928.
- Speyer, W.**, Ist der Apfelblattsäuger noch eine Gefahr für den mederelbischen Obstbau? — „D. Landwirtschaft“ (Stader Tageblatt 1928).
- Sprengel, L.**, Untersuchungen über den Blutlausparasiten *Aphelinus mali* Hald. — Anz. f. Schädlingsskde. IV. 1928. H. 12.
- Sprengel, L.**, Über die Lebensgeschichte der Pflaumsägewespe und Versuche zu ihrer Bekämpfung. — Dtsch. Obst- u. Gemüsebau. 1928.
- Steingruber, Paul**, Kurze Anleitung zur Rebstockauslese. — Allg. Wein-Zeitg. 1928.
- Stellwaag, F.**, Forschungen über die Epidemiologie des Heu- und Sauerwurms (*Clysis ambiguella* und *Polychrosis botrana*). — Verh. D. Ges. f. angew. Ent. 1927.
- Stellwaag, F.**, Was lehrt uns das Jahr 1926 in der Bekämpfung des Heu- und Sauerwurms? — „Pfalzwein“. 1927.
- Stellwaag, F.**, Die Zukunft der Schädlingsbekämpfung im Weinbau. Ebenda 1928.
- Stellwaag, F.**, Anleitung zur Bekämpfung der wichtigsten Rebschädlinge. — Neustadt a. H. 1928.
- Stellwaag, F.**, Epidemiologisch-statistische Untersuchungen für eine rationelle Schädlingsbekämpfung, durchgeführt an den Traubenwicklern. — Anz. f. Schädlingsskde. 1928.
- Stöbinger, H.**, Der biologische Nachweis von Arsen. — Erlang. Jahrb. f. Bienenkde. Berlin 1928.
- Surinam**, Departement Landbouwproofstation in Suriname. — Verslag over de jaren 1924—1927. Paramaribo 1928.
- Takahashi, R.**, A new species of *Aphididae* from Formosa and 3 species new to China. — Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa. Vol. 17. 1927.
- Takahashi, R.**, *Coccidae* of Formosa (2). Ebenda 1928.
- Takahashi, R.**, A new species of *Aphididae* from Formosa. Ebenda 1928.
- Takahashi, R.**, *Coccidae* of Formosa (1). The Philippin. Journ. Sc. Manila 1928.
- Takahashi, R.**, A List of the *Aphididae* of China. Proc. Nat. Hist. Soc. Fukien Christ. Univers. Vol. I. June 1928.
- Tartu** — The Agricultural Exp. Stat. of Tartu. University, Estonia, in 1928.
- Thomsen, Mathias**, Some observations on the Biology and Anatomy of a Cocoon-making Chalcid Larva, *Euplectrus bicolor* Swed. — Vidensk. Medd. Dansk nat. Foren. Bd. 84.
- Uvarov, B. P.**, Locusts and Grasshoppers. A Handbook for their Study and Control. — London. The Imperial Bureau of Ent. 1928. 352 S. (Lexikon). Mit 19 z. T. kolor. Taf. u. 116 Abb. im Text. Preis geb. 21 Shilling.
- Vietinghoff, A. v.**, Ernährungsbiologie und soziale Struktur. Studien über die Reaktionsweise der Vögel bei Gradationen von Schadinsekten. — Mitt. Ver. sächs. Ornith. H. 4. 1928.
- Watanabe, Kanji**, Silk Industry in Nippon (Japan). 1928.
- Weber, Hermann**, Zur vergleichenden Physiologie der Saugorgane der Hemipteren. Mit bes. Berücksichtigung der Pflanzenläuse. — Zeitschr. f. vergl. Physiol. 1928.
- Weber, Hermann**, Skelett, Muskulatur und Darm der schwarzen Blattlaus, *Aphis fabae* Scop. — Zoologica Heft 76. Stuttgart 1928. (120 in 4, 12 Taf. u. 15 Textabb.)
- Wille, Johannes**, Die durch die Rübenblattwanze erzeugte Kräuselkrankheit der Rüben. — Arb. Biol. R.-A. Bd. XVI. H. 1. 1928. 52 S.
- Zacher, Fr.**, Die Spinnmilben der Himbeere. — Nachr. D. Pflanzenschutz. 1928.
- Zacher, Fr.**, Weitere Mitteilungen zur Biologie von *Niphus hololeucus*. — Zool. Anz. Bd. 79. 1928.



- Zacher, L.**, Wie macht sich der Messingkäfer bemerkbar? — Flugblatt Nr. 1 der Ges. f. Vorratsschutz. 1928.
- Zander, Enoch**, Nahrungserwerb der Bienen und Schädlingsbekämpfung. 1928.
- Zhicharow, J.**, Schädliche und andere Schmetterlinge des Darnitzer Versuchsreviers. — Mitt. Forstl. Vers.-Wes. Ukraine. IX. 1928. (Russisch.)
- Zimmermann, H.**, Pflanzenschutzdienst in Mecklenburg 1927/28. Rostock 1928.
- Zoologischer Garten, Der.** — Zeitschr. für die gesamte Tiergärtnerei. Bd. I. H. 1/2. Leipzig 1928.
- Zweigelt, Fr.**, Klima und Entwicklung. — Ent. Anz. 1928.
- Zweigelt, Fr.**, Tätigkeitsbericht der Bundes-Rebenzüchtungsstation Klosterneuburg für die Jahre 1926—28. Wien 1928.
- Zweigelt, Fr.**, La culture des hybrides producteurs directs en Autriche. Treviso 1928.
- Zwölfer, W.**, Entomologie. — In: Sechs Monate Aufbauarbeit in der Türkei. Erstattet von Dr. Oldenburg. 1928.

# Originalaufsätze.

## Tetropium Gabrieli Weise und Tetropium fuscum F. Ein Beitrag zu ihrer Lebensgeschichte und Lebensgemeinschaft.

Von

Dr. Ing. Erwin Schimitschek.

(Aus der Lehrkanzel für Forstschutz und forstliche Entomologie an der Hochschule für  
Bodenkultur in Wien.)

(Mit 4 Tafeln und 28 Abbildungen.)

### Inhalt.

	Seite
1. Einleitendes und Systematik . . . . .	231
2. Geruchsorgane der Fühler . . . . . Sinnesfelder, Riechkegel.	233
3. Das Ei . . . . .	235
4. Die Larve . . . . . Beschreibung. Sinnesfelder der Taster. Die Fühler und ihre Sinnesorgane.	235
5. Der Darm der Larve . . . . . Die einzelnen Teile des Mitteldarmes. Säuregrad der einzelnen Darmabschnitte und ihre Funktion.	236
6. Die Symbionten und der Haushalt der Nutznießungsgemeinschaft . . . . . Die Nutznießungsgemeinschaft bei den von Holz lebenden Insekten. Form der Hefen im Larvendarm. Kulturversuche. Dimorphismus. (Sonstige Darm- bewohner: Stäbchenaktarien und Streptokokken.) Die Beschmiersäcke am ♀ Genitalapparat und ihre Funktion. Sporen der Symbionten.	239
7. Die Puppe . . . . .	243
8. Zur Biologie der beiden Tetropiumarten . . . . . Kopula, Eiablage, Dauer des Eistadiums S. 245. Der Larvenfraß S. 247. Die Puppenwiege. Normale und Rindenpuppenwiegen S. 247. Die Generations- frage und die sie beeinflussenden Faktoren S. 251. Die Bedeutung des Kambialchemismus S. 272.	245
9. Die wirtschaftliche Bedeutung der beiden Tetropiumarten . . . . . Physiologische Schädlichkeit von <i>T. Gabrieli</i> : Disposition und Vordisposition für den Befall S. 276, von <i>T. fuscum</i> : Disposition und Vordisposition für den Befall S. 270. Die technische Schädlichkeit beider Arten S. 282.	276
10. Die Lebensgemeinschaft von <i>T. Gabrieli</i> und <i>T. fuscum</i> . . . . . Allgemeines S. 284. Allgemeines über die Schwärmzeiten S. 285.	284

	Seite
A. Parasiten . . . . .	287
a) <i>Brachonidae</i> . . . . .	287
a) <i>Atanycolus denigrator</i> L. . . . .	287
b) <i>Atanycolus initiator</i> Nees . . . . .	288
c) <i>Atanycolus Neesi</i> Marsh. . . . .	289
d) <i>Atanycolus sculpturatus</i> Thoms. . . . .	290
Larvenbeschreibung von <i>Atanycolus</i> sp.? S. 291. Zur Lebensweise der 4 <i>Atanycolus</i> -Arten S. 293.	
e) <i>Doryctes obliteratus</i> Nees . . . . .	293
f) <i>Hebron aequator</i> Nees . . . . .	294
β) <i>Ichneumonidae</i> . . . . .	298
a) <i>Ephialtes planifrons</i> Thoms . . . . .	298
b) <i>Rhyssa persuasoria</i> L. . . . .	299
c) <i>Chistopyga sauberi</i> Brauns . . . . .	301
d) <i>Xylonomus</i> sp.? . . . . .	301
e) <i>Xylonomus brachylabris</i> Knechtb. . . . .	302
f) <i>Xylonomus irrigator</i> . . . . .	303
g) <i>Norides collaris</i> Grav. . . . .	304
h) <i>Campoplegini</i> g.? sp.? . . . . .	307
i) <i>Pyracmon coridiformis</i> Hlgl. . . . .	307
j) <i>Pyracmon xeridoideus</i> Strobl . . . . .	309
k) <i>Pyracmon lucidus</i> Clement . . . . .	309
Zusammenfassung der Beobachtungsergebnisse hinsichtlich der Parasiten und die praktischen Folgerungen . . . . .	310
Wirksamkeitsreihe. — Wirkungswert. — Wirkungsprozent. — Herab- minderung bzw. Ausschaltung des technischen Schadens durch die Parasitierung. Die 3 Wirkungsgruppen hinsichtlich des technischen Schadens. — Versuch einer einfachen praktischen Durchführung bio- logischer Bekämpfung. — Einfluß der äußeren Faktoren auf die Häufig- keit der Parasiten. — Das Parasitierungsprozent unter verschiedenen Bestandesverhältnissen	
Weitere Parasiten . . . . .	318
<i>Acarina</i> . . . . .	318
Nematoden . . . . .	318
B. Räuber . . . . .	319
<i>Orthoptera</i> . . . . .	319
<i>Forficula auricularia</i> L. . . . .	319
<i>Neuroptera</i> . . . . .	320
<i>Raphidia notata</i> F. . . . .	320
<i>Isocellia crassicornis</i> Schummel . . . . .	322
Die Bedeutung der Kamelhalsfliegen . . . . .	322
<i>Coleoptera</i> . . . . .	323
<i>Malachius bipustulatus</i> Lm. . . . .	323
<i>Clerus formicarius</i> Lm. . . . .	323
<i>Diptera</i> . . . . .	323
Vögel . . . . .	323
Der Schwarzspecht . . . . .	323
C. Raubenutzer . . . . .	325
<i>Hymenoptera</i> . . . . .	325
<i>Deuteragenia hircana</i> F. . . . .	325
Biocönotische Übersicht . . . . .	326
<i>T. Gabrieli</i> Weise S. 326. <i>T. fuscum</i> S. 328.	
11. Vorbeugung und Bekämpfung . . . . .	330

## 1. Einleitendes und Systematik.

Durch die Folge warmer und trockener Jahre, die seit 1921 einander nahezu ablösten, war besonders in jenen Gebieten, wo sich Fichte und Lärche außerhalb ihres natürlichen Vorkommens und in der Grenzzone ihrer natürlichen Verbreitung befinden, neben den Erkrankungserscheinungen, besonders der Fichte auf diesen Standorten, ein verstärktes Auftreten der beiden *Tetropium*-Arten: *fuscum* Fabr. und *Gabrieli* Weise zu verzeichnen. Diese Gelegenheit sollte eingedenk des Ausspruches meines hochverehrten Lehrers Herrn Hofrat Prof. M. Seitner: „Das periodische allmähliche Entstehen und Erlöschen einer Insektenkalamität ist die Funktion vieler, zum Teil unbekannter Faktoren, die eingehend zu erforschen und damit die Ursachen der Entstehung von Insektenübervermehrungen aufzudecken, das vornehmste Ziel der angewandten Entomologie bilden muß,“ nicht ungenützt vorübergehen. Es wurde versucht, der Biologie der beiden *Tetropium*-Arten näherzutreten, insbesondere aber die Generationsfrage zu klären und die Parasiten und Räuber, also auch die Lebensgemeinschaft dieser Schädlinge so weit als möglich zu erfassen und hierbei auch die für die forstliche Praxis wichtigen Gesichtspunkte stets im Auge zu behalten.

Die Untersuchungen, die im Sommer 1926 begonnen und im Frühjahr 1929 abgeschlossen wurden, erstreckten sich vorzüglich auf die Forste der Verwaltung Slavetic in Südmähren und auf jene der Gutsverwaltung Maissau in Niederösterreich. Material zur Untersuchung stand mir ferner zur Verfügung aus Raabs a. d. Thaya und aus St. Michael ab Leoben in Steiermark. Die Holzarten, welche sich von *Tetropium* befallen erwiesen, waren Fichte und Lärche.

Die auftretenden Arten waren *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum* Fabr. *Tetropium castaneum* Lin. erhielt ich nicht.

Während der im forstlichen Schrifttum allgemein bekannte *Tetropium fuscum* Fabr. ausschließlich aus Fichte gezogen wurde, erhielt ich den weniger bekannten *Tetropium Gabrieli* Weise vorzüglich aus Lärche. Wie später gezeigt werden soll, ist *Tetropium Gabrieli* ein Lärchenbewohner, der an dieser Holzart dieselbe Rolle spielt, wie *fuscum* an der Fichte.

*Tetropium Gabrieli* Weise wurde 1905 von Weise als gute neue Art beschrieben und als Vorkommen: Schlesien, Schweiz und Tirol angegeben. In dem mir zugänglichen Schrifttum findet sich keinerlei Hinweis auf sein biologisches Verhalten am Festlande. In England wurde er aus Lärche gezogen.

Nachstehend wird eine Tabelle der wichtigen *Tetropium*-Arten unter Berücksichtigung der Spielarten gegeben.

***Tetropium* Kirby.**Syn.: *Criomorphus* Mulls.; *Isarthron* Redt.

Fühler elfgliedrig, zweites Fühlerglied etwa halb so lang als die Hälfte des Dritten. Lippentaster sehr wenig, aber doch noch merklich, länger als die Kieferntaster. Fühler etwa von halber Körperlänge. Augen fast vollständig in zwei Teile geteilt; sehr fein facettiert. Scheitel zwischen den Augen viel breiter als diese selbst. Vorder- und Mittelbrust auf der Unterseite, zwischen den Hüften nach hinten in eine Spitze ausgezogen. Flügeldecken breiter als das Halsschild.

1" Stirn zwischen den Fühlern der Länge nach vertieft.

2". Halsschild glänzend, auf der Scheibe fein und spärlich punktiert; die Seiten des Halsschildes fein und dicht gekörnelt. Schwarz. Flügeldecken mit zwei sehr schwachen, erhabenen Längslinien. Fühler teilweise rotgelb. Beine rotgelb. Flügeldecken rotbraun. Länge 10—18 mm. Syn. *T. luridum*.

***castaneum* Lin.**

Spielformen:

a) Flügeldecken schwarz, Beine rot. . . . . *var. fulcratum* F.b) Der ganze Käfer schwarz . . . . . *var. aulicum* Panz.

2'. Halsschild matt; auf der Scheibe dicht, runzelig punktiert, in der Mitte mit einem Längsgrübchen; die Seiten des Halsschildes äußerst fein und dicht gekörnelt. Halsschild manchmal rot gesäumt. Schwarz. Flügeldecken mit zwei recht deutlichen erhabenen Längslinien. Fühler rostbraun. Beine dunkler braun. Flügeldecken rotbraun, meist an der Basis mit einer mehr weniger deutlichen, durch hellgelbliche Behaarung gebildeten und meist gut begrenzten Querbinde. Wangen kürzer, Fühler schlanker. Länge 8—17 ***fuscum* Fabr.**

1' Stirn zwischen den Fühlern der Länge nach nicht vertieft.

Stirn schwach und gleichmäßig gewölbt. Halsschild in der Mitte glänzend, dicht und fein punktiert, an den Seiten matt, äußerst dicht und fein runzelig punktiert und fein gekörnelt. Schwarz. Beine rotgelb bis rotbraun. Fühler des ♂ etwas länger als die des ♀. Flügeldecken mit kurzen, anliegenden grauen Haaren besetzt, die im ersten Drittel oft sehr dicht stehen (mitunter eine Binde bilden). Flügeldecken matt, schwarz mit zwei erhabenen mehr, weniger deutlichen Längslinien. Länge 8—17 mm. Schlesien, Schweiz, Tirol, Mähren . . ***Gabriell Weise*.<sup>1)</sup>**

Spielformen:

a) Flügeldecken rostrot, Schenkel schwarz, Schienen und Tarsen rotgelb.

b) Flügeldecken schwarz. Schenkel schwarz. Schienen und Tarsen rotgelb. (= *T. crawshayi* Sharp). (England.)

c) Flügeldecken rotbraun. Beine rotgelb. (Nur ab und zu die Oberseite der Schenkel gegen die Spitze etwas und stellenweiseangedunkelt.) Lärche. Mähren.

Die aus Lärche in Südmähren erhaltenen Stücke gehören zum Großteil der von Weise beschriebenen Stammform an. Die Spielformen a und b wurden nicht erhalten, hingegen eine Spielform mit rotbraunen Flügeldecken und rotgelben Beinen, die in der Tabelle als Spielform c

<sup>1)</sup> Originalbeschreibung: „*Elongatum, nigrum, pedibus fulvis aut ferrugineis fronte convexuscula, haud canaliculata, prothorace disconitido, crebre subtilius punctato, latera versus opaco, creberrime ruguloso-punctato et subtilissime granulato, elytris opacis, elevato lineatis 9,5—14 mm. Silesia, Helvetia, Tirolis.*“ — „*var a. Elytris obscure ferrugineis, femoribus nigris, tibiis, tarsisque rufo-piceis.*“ (Weise.)

angeführt wurde. Die schwarze Stammform war häufig, die mit rotbraunen Flügeldecken und rotgelben Beinen ausgestattete Spielform hingegen selten. Jedenfalls darf für dieses Vorkommen „schwarz“ als dominant, „rotbraun“ als rezessiv bezeichnet werden.

In der inneren Organisation der beiden Arten *T. Gabrieli* und *T. fuscum*, welche beide genau untersucht wurden, konnten keine Verschiedenheiten festgestellt werden. Auch die männlichen und weiblichen Genitalorgane lassen keine Artunterscheidungsmerkmale vermissen.

## 2. Geruchsorgane der Fühler.

Um zur Klärung der Frage, ob die Fühler der Cerambyciden besondere Geruchsorgane besitzen, beizutragen, wurden die Fühler der beiden Tetropiumarten einer genauen Untersuchung unterzogen. In dem entomologischen Schrifttum sind die Angaben über besondere Geruchsorgane der Cerambycidenfühler nicht übereinstimmend. Hauser fand nur Tastborsten, gegen Lespès (Deegener).

Bei starker Vergrößerung findet man, in der Regel beginnend vom fünften bis zum letzten Fühlerglied Sinnesfelder. Auf diesen Sinnesfeldern befinden sich nie Tastborsten. Je ein Sinnesfeld befindet sich an der Spitze jedes einzelnen Fühlergliedes (5—10) und zwar meist an der Spitzenfront des Fühlergliedes, daher bei seitlicher Betrachtung oft nur schmal sichtbar; nur das letzte Fühlerglied trägt das Sinnesfeld nicht an der Spitze, sondern an der Grenze vom zweiten zum dritten Drittel (siehe Abb. 1, Tafel I). Vom fünften bis zum vorletzten Fühlerglied nehmen die an der Spitze stehenden Sinnesfelder an Größe zu. Meist trägt jedes einzelne Fühlerglied ein zusammenhängendes Sinnesfeld, mitunter aber auch mehrere kleine nebeneinander; an den der Spitze näherliegenden Fühlergliedern, nimmt das Sinnesfeld oft den halben (oder auch mehr) Umfang des Vorderrandes ein. Das letzte Fühlerglied ist am Übergang vom zweiten zum dritten Drittel stellenweise schwach eingeschnürt und hier liegt entweder ein großes, zusammenhängendes oder auch manchmal mehrere kleine Sinnesfelder. Die Spitze des letzten Fühlergliedes trägt nur kräftige, golenkig eingefügte Tastaare.

Die Sinnesfelder erscheinen bei schwacher und mittlerer Vergrößerung als schwächer chitinisierte Platten, die eine Anzahl kaum chitinisierter, kreisrunder Stellen (porenartig) zu tragen scheinen. Bei starker Vergrößerung betrachtet, am besten mit Immersion, ergibt sich, daß jedes Sinnesfeld mit einer großen Anzahl schwach chitinisierter Riechkegel besetzt ist (die bei geringer Vergrößerung als schwach chitinierte kreisrunde Stellen erscheinen). Diese Riechkegel (Abb. 2, Tafel I) sind dünnwandig, durchscheinend, stumpf und sitzen auf ziemlich großen Poren der Chitinkutikula; die Poren selbst sitzen auf kleinen etwas erhabenen Polstern,

welche schwächer chitiniert sind, als die Kutikula sonst. Es erscheint daher auch das ganze Sinnesfeld, gegenüber der umgebenden Kutikula, heller.

Neben den große Sinnesfelder bildenden Riechkegeln findet man mitunter auf den letzten Fühlergliedern auch noch einzelne, zerstreute, im übrigen ganz gleichartige Riechkegel.

Die Zahl der Riechkegel auf den einzelnen Sinnesfeldern ist recht ansehnlich; es konnten auf einem Sinnesfeld bis 145 gezählt werden.

Diese Organe können wohl mit Recht als Geruchsorgane angesprochen werden. Hierfür spricht die Art ihres Aufsitzens auf der Fühleroberfläche, denn sie sind nicht gelenkig eingefügt; weiter auch der Umstand, daß sie eine nicht chitinierte, dünne Wandung besitzen. Auch die Tatsache, daß sonst keine anderen Geruchsorgane festzustellen sind, bestätigt die Funktion als Geruchsorgane. (Ähnliche Geruchsorgane finden sich nach v. Frisch auch an Hymenopterenfühlern.) Als Tastorgane können sie keineswegs in Frage kommen, da sie z. B. an der Vorderkante der Fühlerglieder sitzend, in ihrer Kürze, weit überragt von den gelenkig eingefügten, kräftigen, langen und chitinierten Tastborsten, ganz unmöglich dieser Funktion nachkommen könnten. Es können diese Organe daher mit vollem Recht als Riechkegel bezeichnet werden.

Im fachlichen Schrifttum wird angenommen, daß Riechkegel vorzüglich dem Nahgeruch, also dem Beriechen der Gegenstände aus nächster Nähe dienen. Diese Funktion der Riechkegel erklärt sich auch, wenn wir bedenken, welch genaue Unterscheidung der Stammteile vom *Tetropium*-Weibchen geübt wird. Wie später gezeigt werden wird, bedürfen die *Tetropium*-Arten, mit Rücksicht auf ihr biologisches Verhalten den bevorzugten Brutstätten gegenüber, ganz besonders gut mit Geruchsorganen für den Nahgeruch ausgestatteter Fühler. Beim Männchen werden die Riechkegel die Weiterleitung des weiblichen Geschlechtsgeruches vermitteln.

Allerdings dürften die Riechkegel bei *Tetropium* auch dem Ferngeruch dienen, da neben den Riechkegeln andere Geruchsorgane trotz eifrigem und genauem Suchens nicht gefunden werden konnten. — Im allgemeinen sind die *Tetropium*-Arten aber auch Tiere, die mehr oder weniger an die Örtlichkeit gebunden sind, nicht weite Strecken fliegend zurücklegen wie manche Hymenopteren, und auch nicht so verschiedenartiger Geruchsorgane wie sie sich an den Fühlern der Biene finden, bedürfen. Auch dürften die *Tetropium*-Arten von vornherein auf ganz bestimmte Gerüche eingestellt sein (wie aus ihrem biologischen Verhalten entnommen werden kann); sie sind also Geruchsspezialisten! Als solche müssen sie auch nicht viele Düfte unterscheiden wie z. B. die Biene, für welche v. Frisch nachgewiesen hat, daß sie zahlreiche verschiedenartige Düfte zu unterscheiden vermag.

Im Anschlusse noch einige Worte über die angewendete Methode der Aufhellung der Fühler. Bei der Untersuchung der stark chitinierten *Tetropium*-Fühler ergibt sich die Notwendigkeit, sie für Zwecke genauer Untersuchung aufzuhellen. Sehr rasch und gut gelangt man auf folgende

Weise zum Ziel. Die Föhler werden in eine Epruvette in destilliertes Wasser gelegt. In einem mit einen durchbohrten Korken, durch den eine abgebogene Glasröhre führt, verschlossenem Kolben, wird naszierendes Chlor (aus Braunstein  $[MnO_2]$  nativ granuliert mit Salzsäure und Wasserzusatz) erzeugt. Das entstehende Chlor wird durch die abgebogene Glasröhre in das destillierte Wasser, in dem sich die aufzuhellenden Föhler befinden, eingeleitet. Die Aufhellung erfolgt rasch ohne die Substanz anzugreifen.

### 3. Das Ei.

Das Ei ist 1 bis 1,2 mm lang und 0,2 bis 0,3 mm breit, längsoval. Die Farbe ist weißlich mit einem sehr feinen Stich ins grünliche. Dieser Stich ins Grünliche ist besonders gut an der vom Lärchen bereits verlassenen Eischale wahrzunehmen. Bei dem noch das Lärchen beherbergenden Ei tritt der Stich ins Grünliche zurück, das Ei erscheint gelblichweiß, was auf den durchschimmernden Inhalt zurückzuführen ist.

Die zum Großteil völlig glatte Eischale (Abb. 3, Tafel I) zeigt am Kopfende, d. h. dort wo sich das Lärchen durch Verzehren eines Teiles der Eischale den Weg ins Freie bahnt, auf etwa ein Fünftel seiner Länge über den ganzen Umfang eine polygonale Felderung. Einzelne dieser Polygone enthalten wieder konzentrische Vielecke. Durch diese Felderung wird hier eine Rauigkeit der Eioberfläche geschaffen, die auch ihre besondere Bedeutung hat. Es wird dadurch ein besseres Haften der Sporen der symbiontischen Hefen ermöglicht, die das Lärchen beim Schlüpfen mit einem Teil der Eischale mit verzehrt. (Die Behandlung dieser Frage erfolgt in einem späteren Kapitel.) --

Ein Unterschied im *Gabrieli*- und *fuscum*-Ei ergab sich nicht.

### 4. Die Larve.

Trotz eingehenden Befassens mit dieser Frage, ist es nicht gelungen, Unterscheidungsmerkmale zwischen den Larven der beiden Arten *T. Gabrieli* und *fuscum* festzustellen.

Die Larven sind meist 14 bis 28 mm lang, schwach-flach niedergedrückt. Die Brustringe tragen kurze Beine, deren Klauenglied kleine feine Dörnchen besitzt. Zur Fortbewegung dienen vorzüglich die Gangwarzen auf der Ober- und Unterseite der Leibesringe. Der Körper ist fein behaart und trägt feine Verruken, die auf den Gangwarzen — welche auf den beiden letzten Leibesringen nicht mehr ausgebildet werden — kräftiger sind, hier sehr dicht stehen und durch ein Einhacken an der Unterlage mit gleichzeitigem Nachschieben die Fortbewegung ermöglichen. Der kräftig chitinierte, zum Großteil in die Vorderbrust zurückgezogene Kopf ist breiter als lang; die Seiten sind nur schwach gerundet. Die Seitenteile der Kopfkapsel sind in ihrer ganzen Länge miteinander ver-



wachsen und divergieren nicht nach rückwärts. Der Clypeus ist 4mal so lang als breit, die Oberlippe halbkreisförmig und so breit wie der Clypeusrand. Mandibeln sehr kräftig. Die Spitze des letzten Tastergliedes beider Taster (Maxillar- und Lippentaster) trägt einzelne stumpfe Kegel. (Geschmacksorgane?) Die Spitze der vorhergehenden beiden Tasterglieder trägt eine große Anzahl spitziger, nicht gelenkig eingefügter Kegel, die kaum chitiniert sind und auf einem großen distalen Sinnesfeld dicht gedrängt stehen. (Siehe Abb. 5, Tafel I). Außerdem finden sich einzelne, große, gelenkig eingefügte Tastborsten.

Fühler sehr kurz, dreigliedrig. Nur das dritte Fühlerglied trägt Geruchsorgane (siehe Abb. 4 u. 4', T I) und besondere Auszeichnungen. Auf der einen Seite findet sich ein breiter Aufbau (A), auf dem zwei Riechkegel (R) und vier Tastborsten aufsitzen; auf der zweiten dem Innenrand näheren Hälfte stehen ein großer mäßig chitinisierter Kegel (B) mit breiter Basis und zwei Riechkegel (R). Diese Anordnung ist bei beiden *Tetropium*-Arten die gleiche. Am zweiten Fühlerglied stehen drei Tastborsten. — Die Anordnung und Anlage der Auszeichnungen des letzten Fühlergliedes unserer *Tetropium*-Arten ähnelt sehr der im Handbuch der Entomologie von Deegener (Sinnesorgane) wiedergegebenen Fühlerspitze der Raupe von *Mamestra pisi* L. Es scheint, daß die Anlage der Auszeichnungen der letzten Fühlerspitze, bei den ersten Stadien verschiedener Insektenordnungen einander oft sehr ähneln.

Auffallend ist die Armut der Fühler der *Tetropium*-Larven an Riechkegeln gegenüber den reich damit ausgestatteten Fühlern der fertigen Tiere. Sie ist aber erklärlich, da die Larven bei ihrer Lebensweise in der Cambialzone wenig Geruchsorgane und vorzüglich für den Nahgeruch benötigen. In erster Linie haben die Larven nur zu unterscheiden zwischen „zum Fraß tauglich“ und „zum Fraß untauglich“, wobei sie vorwiegend von den Sinnesorganen der Taster geleitet werden dürften. Vielleicht vermitteln die Geruchsorgane der Fühler den Geruch der umliegenden Zonen, und die dann erfolgende Abkehr von der einen oder der anderen Zone. (Siehe später.)

Vorderbrust breit, oberseits schwach chitiniert mit zwei Seitenlinien. Eine feine Mittellinie erstreckt sich bis zum vorletzten, mitunter auch bis zum letzten Leibesring. Atemöffnungen breit oval. Am Körperende und zwar am Hinterrand des 9. Segmentes stehen oberseits zwei kleine, einander sehr genäherte, stark chitinierte Körner, die nur durch die Mittellinie getrennt sind und deren Spitze schwach gekrümmt erscheint.

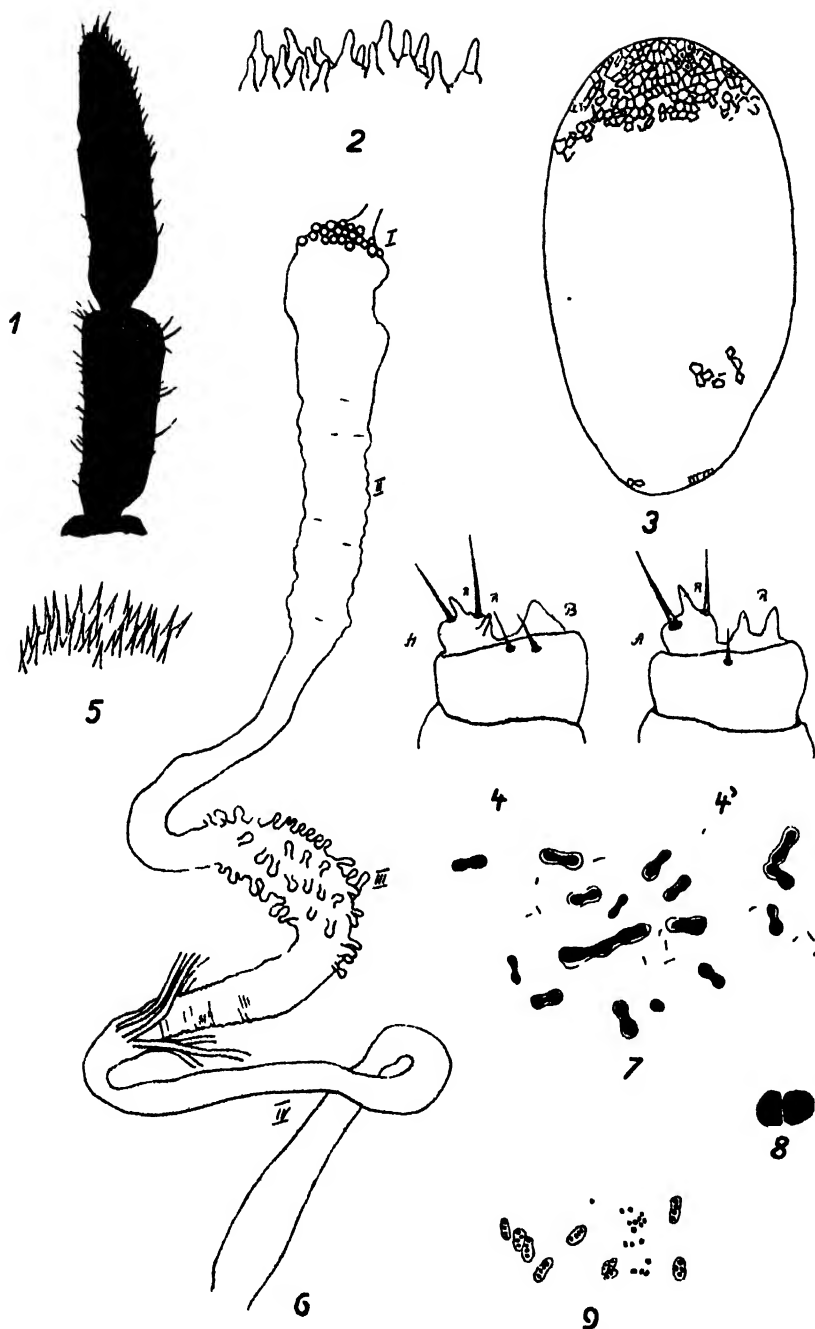
## 5. Der Darm der Larve.

Mit Rücksicht auf die interessanten von Symbionten bewohnten Organe und mit Rücksicht auf die Ernährung der Parasiten, erfuhr der Larvendarm eine eingehendere Behandlung.

Der Vorderdarm ist sehr kurz. Seine Funktion ist eine äußerst einfache, er ist nur Zuleitungsrohr für die Nahrung. Bereits unter dem ersten Brustring mündet er in den Mitteldarm, der auch an Längenausdehnung den größten Anteil hat. Der Mitteldarm ist bei der Larve der weitaus überwiegende Abschnitt; dies ist erklärlich, denn die Larve ist eine Wachstumsstufe, die vorwiegend frißt. Die Darmlänge ist nun ihrerseits wieder von der Menge der aufgenommenen Nahrung und ihrer Aufschließbarkeit abhängig. — Gleich am Beginn des Mitteldarmes befinden sich die, die Symbionten enthaltenden Organe und zwar liegen sie am Mitteldarm in einigen ganz oder teilweise geschlossenen, mehr weniger regelmäßigen und aneinander gereihten Kreisen um die Einmündungsstelle des Vorderdarms. Sie bestehen aus einzelnen, eng aneinander gereihten, beerenförmigen, etwas vorragenden Organen. (Am besten im Dunkelfeld zu beobachten.) Dieser erste Abschnitt des Mitteldarms (siehe Abb. 6, T. I) soll als „Symbiontentrager Teil I“ bezeichnet werden. Der nun folgende, erweiterte, breite, kräftige und Quermuskulatur aufweisende Mitteldarmteil II dürfte in seiner funktionellen Tätigkeit zum Teil der des menschlichen Magens entsprechen; er ist in der Längsrichtung wie eine Ziehharmonika beweglich. Die Faltung dürfte den Zweck verfolgen, einerseits eine größere ausnützbare Oberfläche zu bieten, bei Anfüllung eine Ausdehnung zu gestatten, weiter auch mit die Fortbewegung der Nahrung zu vermitteln. Hier dürfte auch vorzüglich der Abbau der Cellulosenahrung, durch Einwirkung der von den Symbionten herrührenden Enzyme vor sich gehen. — Dem Mitteldarmabschnitt I und dem vordersten Teil des Mitteldarmabschnittes II entspricht ein Säuregrad von pH 5,5 bis 5,8, also sauer.

Die Wasserstoffionenkonzentration wurde an 30 Exemplaren geprüft und zwar nach zwei kolorimetrischen Methoden. Mittels des Merckschen Universalindikators und mittels des bei Lautenschläger in München erzeugten Wulffschen Kolorimeters. Die Gelatinefarbenblättchen, die beim Wulffschen Kolorimeter in Anwendung kommen, wurden in kleine, schmale Streifen zerschnitten und unter dem Präpariermikroskop in den, auf den Säuregrad zu prüfenden Darmteil eingeführt, oder in die ausgepreßte Darmflüssigkeit gelegt. Die Verwendung des Wulffschen Kolorimeters gestattet genauere Resultate. Immerhin sind die angegebenen Säuregrade als Näherungswerte aufzufassen, da ein in Spuren erfolgendes Hinzutreten von Leibeshöhlenflüssigkeit kaum gänzlich zu vermeiden ist. Die sichersten Werte sind da zu erzielen, wo die Weite des Darmes ein Einführen der Farbstreifen ermöglicht, wie z. B. in den vorderen Teilen des Mitteldarmes. Es empfiehlt sich, den zu prüfenden Darmteil jeweils auf einen sauberen Objektträger zu übertragen, um Beimengungen der Leibeshöhlenflüssigkeit tunlichst auszuschalten.

Der restliche, größere Teil des Mitteldarmabschnittes II und der Beginn des verjüngten zur Divertikelregion überführenden Teiles hat einen



Tafel I

1 Fühler, Sinnesfaktor auf den Fühlergliedern 2 Riechkegel von den Sinnesfeldern 3 Ei von *Tetropium Gabrieli* 4 Fühler der Larve 5 Teil eines Sinnesfeldes vom Taster der Larve 6 Larvendarm, I Symbiontischer Mitteldarmteil II Mitteldarmteil zwei, III Divertikelregion, IV Enddarm 7 Symbiontische Hefen aus den symbiontenenthaltenden Organen des Mitteldarmteil I 8 Menschliche rote Blutkörperchen, zum Größenvergleich 9 Sporen der Symbionten aus den Beschmiersäcken des ♀ Geschlechtsapparates

Säuregrad von ph 6 bis ph 6,2. Hier dürfte die resorbierende Tätigkeit bereits anheben. In den Abschnitten II und III wird die Nahrung chemisch verarbeitet und für die Aufnahme in das Blut zubereitet. Die Resorption erfolgt dann durch die Darmzellen, die ihrerseits die Nahrung an das sie umspülende Blut abgeben. Die Divertikelregion selbst, hat einen Säuregrad von 6,4 bis 6,6. Dieser Säuregrad stimmt völlig mit dem der Leibeshöhlenflüssigkeit die ein ph von 6,5 aufweist, überein. Es wird also, wie aus der übereinstimmenden Wasserstoffionenkonzentration geschlossen werden darf, hier in der Divertikelregion die größte resorbierende Tätigkeit vorliegen. Die Vorstülpungen dürften zur besseren Resorption dienen.

Vor dem Übergang in den Enddarm (IV) zeigt der Mitteldarm wieder starke Querstruktur, die den Abschub der Verdauungsreste in den Enddarm unterstützt.

Die am Beginn des Enddarmes sitzenden Malphigischen Gefäße sind in einer Anzahl von sechs Stück vorhanden, Tetropium gehört demnach zu den Hexanephria Kolbes. — Der Enddarm ein einfach gewundenes, glattes Rohr, zeigte in seinem Inhalte einen Säuregrad von ph 6,8 bis (in der Regel)  $\text{ph} = 7$ , ist also neutral.

Der Darminhalt ist also am Beginn des Mitteldarms stark sauer, in der Divertikelregion schwach sauer und im Enddarm neutral.

Über die Lage des Darmes im Körper wäre noch beizufügen: Der Darm verläuft bis etwa zum Beginn der Divertikelregion gerade, macht nun eine Krümmung nach vorn, verläuft bis zum Beginn des Enddarms wieder nach rückwärts; der Enddarm verläuft bis zu seiner Mitte neuerdings nach vorn, um nach der Umkehr geradlinig auszumünden. Die Vasa malphigi reichen bis in die Mitte des Mitteldarmabschnitts II.

## 6. Die Symbionten und der Haushalt der Nutznießungsgemeinschaft.

Im Anschlusse an den Darm, wo die Symbionten eine wesentliche Rolle beim Aufschließen der Nahrung spielen, werden sie daher auch besprochen.

Zu den anregendsten Fragen gehört die nach der Art der Aufschließung der Cellulosenahrung durch die sich von Holzsubstanz ernährenden Insekten. Da im Larvendarm funktionell keine, die Cellulose abbauenden Enzyme abgesondert werden, muß der Aufschluß der Cellulose auf anderem Weg erfolgen. Dies geschieht durch verschiedene Formen von Nutznießungsgemeinschaften mit Kleinlebewesen; also durch ein Bündnis zwischen Tier und Pflanze; bei unseren *Tetropium*-Arten mit Hefen, die die erforderlichen Enzyme liefern.

Die Nutznießungsgemeinschaft spielt nicht nur im Pflanzenreich (Knöllchenbakterien der Leguminosen; Mikorrhyza usw.) eine lebenswichtige Rolle sondern auch im Tierreich (bei Warmblütlern z. B. das *Bacterium coli*, dann die Mikrofauna in den Verdauungsorganen der Pflanzenfresser, die bezeichnenderweise bei Trockenfutter zunimmt). Eine ebenso wichtige Stellung nehmen die Symbionten bei allen Insekten, die sich von Pflanzensäften ernähren (Blattläuse, Schildläuse), wie auch jenen, die sich vom Blut der Warmblütler verköstigen und den von Holzsubstanz lebenden Insekten ein.

Bei den von Holznahrung lebenden Insekten, treten nach Buchner drei Arten von Nutznießungsgemeinschaften auf.

1. Pilzzucht außerhalb des tierischen Körpers auf geeignetem, entweder künstlich bereitetem, oder natürlich sich bietendem Substrat. (Termiten, Blattschneiderameisen, holzbrütende Borkenkäfer, Werftkäfer und Holzwespen.)

2. Zucht von Protozoen und vor allem Bakterien auf dem Nährboden der mit den Mandibeln zerkleinerten und mit verschiedenen Sekreten durchsetzten Nahrung in Hohlräumen des Darmkanals — (nichtpilzzüchtende Termiten, *Polosia cuprea*, *Oryctes nasicornis*, *Sinodendron cylindricum*, holzfressende Lamellicornier, holzfressende Dipterenlarven, *Tipula*, *Cnetophora*).

3. Kultur von pflanzlichen Mikroorganismen verschiedener Art in den Körperzellen des Wirtes selbst, ernährt von dessen Säften. — Das ist die häufigste Form. (Anobiiden, Buprestiden, *Hylobius*, *Pissodes*, *Otiorrhynchus*, *Cryptorrhynchus*, *Cleonus* und die Cerambyciden.)

Bei unseren *Tetropium*-Arten tritt die dritte Form der Nutznießungsgemeinschaft auf: Kultur von pflanzlichen Mikroorganismen in den Körperzellen des Wirtes selbst, ernährt von dessen Säften. Es sind recht verwickelte intrazelluläre Symbiosen, die hier auftreten. Bei den Larven handelt es sich um lokale Ausstülpungen des Mitteldarmes die von Hefen bewohnt sind. Bei den fertigen Käfern, die Blütenbesucher sind, und daher auch die zelluloseabbauenden Symbionten nicht benötigen, fehlen auch die symbiontischen Organe. — Die Übertragung erfolgt durch Besmiersäcke, die sich am weiblichen Genitalapparat befinden. Buchner vergleicht die in den Besmiersäcken von *Tetropium castaneum* vorgefundenen Sporen, die mit einem feinen Reif umzogen sind, mit den charakteristischen Sporen der *Willia*-Arten und einiger Endomyceten. —

Die Symbionten von *Tetropium fuscum* und *T. Gabrieli* wurden einem eingehenden Studium unterzogen. — Zur Untersuchung eignet sich am besten lebendes Larvenmaterial, weniger solches, das in Alkohol oder in Freyling'scher Lösung aufbewahrt wurde. Nach Entfernung der Kopfkapsel und des Analendes wird der Larvenbalg der Länge lang aufgeschnitten und der Darm vorsichtig entnommen, hierauf vom Fettkörper gereinigt. Die symbiontischen Organe befinden sich, wie bereits erwähnt,

am Beginn des Mitteldarms und sind leicht zu ersehen. Jede einzelne beerenförmige Auftreibung enthält die symbiontischen Hefen in großer Menge. Der symbiontische Darmteil wird abgetrennt und nun können hiervon leicht Ausstriche angefertigt werden. In Tuschausstrichpräparaten sind die Hefen gut sichtbar. Sie sind grampositiv färbbar und zeigen nach der Kapselmethode gefärbt, eine deutliche Schleimhülle. Die Form ist bei den *Tetropium*-Arten eine typische Hantel- bzw. Biskotenform (siehe Abb. 7, T. I) daneben treten, jedoch äußerst selten, ovale Formen auf. Die feine Granula der Hefen und der sie umgebende, stark lichtbrechende Schleimhof, ist am deutlichsten bei Beobachtung in Lugol'scher Lösung, auch in Jodjodkaliumlösung, weniger deutlich in Wasser, zu sehen. Diese Formen waren bei allen Larven von *T. Gabrieli* und *T. fuscum*, auch bei verschiedener Herkunft (Südmähren, Maissau, Raabs, St. Michael) stets die gleichen.

Die Kultur der Hefen muß mit Sorgfalt durchgeführt werden. Bouillon (Rindfleisch) eignet sich nicht, besser ist schwachsauere Bierwürze. Direkte Ausstriche auf Nähragar wachsen gut an, wenn diesem etwas Bierwürze zugesetzt wurde! Die Temperaturen bei denen die Kulturen gezogen werden, sollen 30° C nicht überschreiten. Gut wuchsen die Kulturen bei 25° C bis 26° C an, am besten bei Zimmertemperatur. Sie bilden weiße gallertartige Tröpfchen. Bemerkenswert ist, daß die Form der auf Agar gezogenen Hefen von der im symbiontischen Mitteldarmabschnitt abweichend ist. Die Hantel- bzw. Biskotenform verschwindet und es tritt die elliptische Form auf. Es ergibt sich demnach ein Dimorphismus.

Neben den Symbionten finden sich noch andere Mikroorganismen im Darm vor. Über die Verteilung der Kleinlebewelt im Darm gewinnt man eine recht gute Übersicht, wenn man den ganzen Darm auf einem Objektträger ausbreitet und leicht nach Gram färbt. Im vordersten Teil des Mitteldarms tritt die Häufung der symbiontischen Hefen stark hervor; im Teil III und im Enddarm finden sie sich nur vereinzelt. Neben den symbiontischen Hefen treten sehr zahlreiche Stäbchenbakterien und endlich noch Streptococcen auf, die mit der Nahrung in den Darm gelangen dürften. Sie erscheinen häufig im vorderen Mitteldarmabschnitt. Die Häufigkeit der Streptococcen nimmt mit abnehmendem Gesundheitszustand der Larven zu! Hingegen scheint die Masse der Symbionten abzunehmen. Je kränker und weniger reaktionsfähig die Larve ist, desto häufiger sind die Streptococcen.

Die Stäbchen und Streptococcen sind in Bierwürze und auf Nähragar leicht zu ziehen, bis Temperaturen von 37° C.

Die Übertragung der Symbionten auf die Nachkommenschaft erfolgt bei der Eiablage mittels der Beschmierröhrchen am weiblichen Geschlechtsapparat. — Bei der Puppe findet man anfangs noch die vegetativen Hefestadien. Später tritt Sporenbildung ein. Die Sporen sind in eigenen Organen des weiblichen Geschlechtsapparats angereichert, in

den „Beschmiersäcken“; von hier gelangen sie bei der Ablage des Eies auf die Eischale. Zu diesem Zweck besitzt der weibliche Geschlechtsapparat eine eigene Organisation, die sowohl bei *T. fuscum* wie *T. Gabrieli* die gleiche ist (siehe Abb. 4, Tafel II). Der weibliche Geschlechtsapparat besteht aus mehreren Teilen. Dem Stab St., ferner den drei äußeren Teilen I, II, III des unpaaren Eileiters, die wie die Teile eines Fernrohres aus- und einziehbar sind; hierbei bildet der Teil I — jener Teil wo die Vagina in die fixe Verbindung mit den letzten Hinterleibsringen umschlägt — den festen Ruhepunkt. Innerhalb befinden sich die beiden Beschmiersäcke B (im eingeschachtelten Zustand stehen sie oben heraus, Abb. 5, Tafel II) die ihrerseits in die Vagina münden; jeder ist von einem Stäbchen S begleitet zu dem sich im Teil III noch ein kleines Stäbchen s hinzugesellt. Am Ende des Teiles III stehen die beiden Bürsten Bü, die bei der Eiablage als Tastorgane fungieren. Die Abb. 4, T. II zeigt den ganzen Geschlechtsapparat in ausgezogenem Zustand, d. h. in der Lage und Stellung wie sie bei der Eiablage eingenommen wird. Abb. 5, T. II zeigt ihn in Ruhestellung, ineinandergeschachtelt; hierbei treten die oberen Enden der beiden Beschmiersäcke aus der Vagina heraus und sind etwas umgeschlagen. In diesen Beschmiersäcken befinden sich nun in Unzahl die Sporen der Symbionten. Schreitet das Weibchen zur Eiablage, so wird die in Abb. 4 T. II gezeichnete Stellung des Geschlechtsapparates eingenommen; mit den Bürsten wird zuerst die für die Ablage der Eier zu wählende Stelle genau und sorgfältig abgetastet. Wenn nun das Ei in den unpaaren Eileiter gelangt, muß es seinen Weg neben den beiden Sporenbehältern der Beschmiersäcke vorbeinehmen, wodurch ein Druck auf diese ausgeübt wird und Sporen durch den Ausführungsgang in die Vagina eintreten. Damit aber nicht zuviel der Sporen austreten können, ist die oberste Zellschicht der Innenhaut der Beschmiersackgänge eigens mit rauhen, stellenweise fast widerhakigen Zellen versehen, wodurch ein Zuviel des Austretens von Sporen hintangehalten wird. Die Stäbchen S und s dienen als ein Festigungs- und Leitungsgerüst. Besonders durch die eigene Form des Stabes S dürfte das Ei gut mit den Gangmündungen in Berührung gebracht werden. Das durchgleitende Ei wird so während seines Weges durch die Vagina ausreichend mit Sporen der Symbionten beschmiert.

Um ein gutes Anhaften der Sporen auf der Oberfläche des Eies zu ermöglichen, ist der Vorderpol durch polygonale Felderung rau (Abb. 3, T. I) Das ausschlüpfende Lärvcchen verzehrt, wie bereits erwähnt, um sich den Weg ins Freie zu bahnen, einen Teil der Eischale und damit auch die daran haftenden Sporen, die so in den Darm gelangen, wo das Verhältnis der gegenseitigen Nutznießung von neuem anhebt.

Die Formen der Sporen in den Beschmiersäcken sind bei *T. fuscum* und *T. Gabrieli* die gleichen. Sie sind oval und färben sich nach der Möllerschen Sporenfärbungsmethode leuchtend rot. Innerhalb einer Hülle finden sich 3 bis 4 Sporen (Abb. 9, T. I), zum Größenvergleich sind in

Abb. 8, T. I menschliche rote Blutkörperchen abgebildet. Diese haben durchschnittlich  $7,7-8\ \mu$  Durchmesser. Da diese Sporen weder Hutform aufweisen, noch die für Williaformen typische Leiste zeigen, dürften die Symbionten bei *T. fuscum* und *T. Gabrieli* einer anderen Gattung angehören als die von Buchner für *T. rustanum* beschriebenen und abgebildeten.

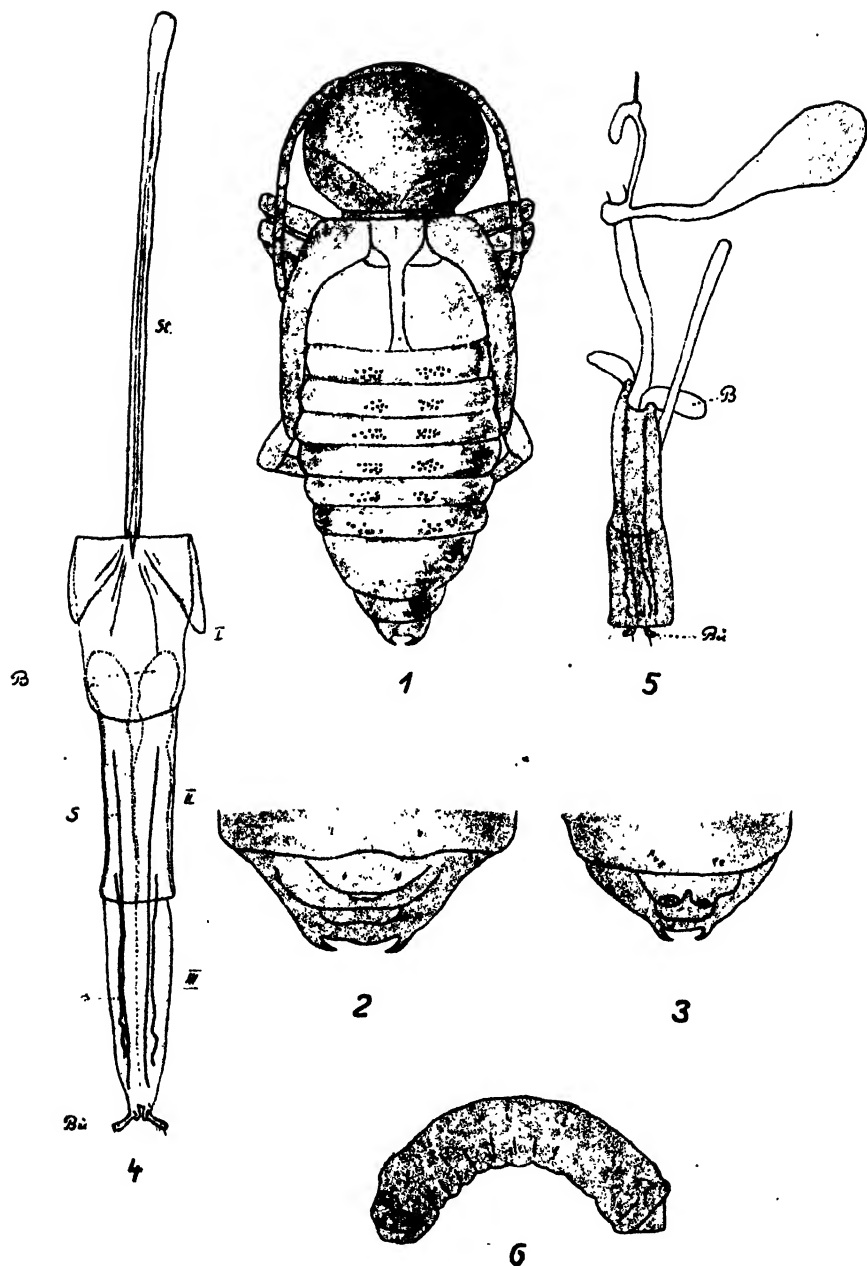
Zum Schlusse dieses Abschnittes sei noch darauf verwiesen, daß die Kenntnis der Symbionten vielleicht einen neuen Weg der Bekämpfung technischer Schädlinge eröffnet. Ich denke besonders an die alte Kunstwerke zerstörenden Anobien. Alte Kunstwerke, besonders wenn sie Bleifarben tragen, leiden unter der Schwefelkohlenstoffbehandlung, die Cyanbehandlung wird ihrer Giftigkeit wegen oft gescheut. Da nun Kleinlebewesen in reinem Sauerstoff Schaden nehmen, könnten die Holzzerstörer, durch Behandlung ihrer Wohnstätten mit naszierendem Sauerstoff (unter Druck) steril gemacht werden, wodurch sie, der Zellulosespalter beraubt, eingehen müßten.

## 7. Die Puppe.

Nachstehend erfolgt die Beschreibung der Puppe von *Tetropium Gabrieli* Weise.

10—17 mm lang, 3—4,5 mm breit; weiß. Halsschild rundelliptisch, breiter als lang; oberseits mit vielen zerstreuten, sehr feinen Dörnchen unregelmäßig besetzt. Die Dörnchen sind schwach chitinisiert, stehen vorn und in der Mitte am dichtesten, um nach rückwärts spärlicher zu werden. Größte Breite der Puppe etwa beim 3. Hinterleibsring. Die einzelnen Hinterleibsringe tragen jederseits der freien und glatten Mitte eine Gruppe kräftig chitinisierter Dörnchen (Abb. 1, T. II). Diese Dörnchengruppen sind dem Hinterrand jedes einzelnen Leibesringes mehr genähert, als dem Vorderrand. Auf den sechs ersten Ringen sind sie kräftig, auf den folgenden spärlicher und schwächer; auf den beiden letzten vor dem Analende liegenden, finden sich in der Regel nur je 2, am letzten nur je ein Dörnchen jederseits. Das Analende ist in zwei große, kräftige, stark chitinisierte Hacken ausgezogen, die mit den Spitzen einwärts gekrümmt, also einander zugewendet sind. Auf der Unterseite trägt das Analende besondere Auszeichnungen und zwar hat der vorletzte Ring bei der männlichen Puppe meist jederseits der Mitte nur ein Dörnchen, während bei der weiblichen 2—3 vorhanden sind. Einige dieser feinen Dörnchen sind oft zu Würzchen die ein Haar tragen umgebildet. Der letzte Ring trägt auf der Unterseite in beiden Geschlechtern meist jederseits ein sehr feines Dörnchen, das beim ♀ öfter als beim ♂ in ein haartragendes Würzchen umgebildet erscheint. Das letzte Bauchsegment ist beim ♀ in der Mitte eingebuchtet und läßt mehr, weniger deutlich die kommenden Genitalanlagen erkennen (Abb. 2 und 3 T. II); es sind dies die beiden ovalen





Tafel II.

1 Puppe von *T. Gabrieli* Weise. 2 ♂ Analende der Puppe von *T. Gabrieli*; Unterseite. 3 ♀ Analende der Puppe von *T. Gabrieli*; Unterseite. 4 ♀ Genitalapparat in Legestellung; St Stab; B Beschrimerücke; S Stäbchen; s kleines Stäbchen; Bü Bürsten. 5 ♀ Genitalapparat in Ruhestellung; B Beschrimerücke; Bü Bürsten. 6 Larve von *Helcon asquator* Nees; Jugendstadium.

Ringe, hier entstehen dann die Bürsten der weiblichen Legeröhre. Dadurch kann eine Unterscheidung der Geschlechter im Puppenstadium Platz greifen.

Die Beschreibung der *T. fuscum*-Puppe wurde mangels einwandfrei sicherem *fuscum* Larvenmaterials nicht vorgenommen.

## 8. Zur Biologie der beiden Tetropium-Arten.

### Kopula, Eiablage, Dauer des Elstadiums.

In dieser Richtung wurde eine große Zahl von Untersuchungen und Beobachtungen durchgeführt. Die Eiablage erfolgt in der Regel vom 4. bis 6. Tag nach dem Schlüpfen der Tiere. Die Kopula beginnt gleich nach dem Schlüpfen.

Am 25. August 1928 wurde ein Zuchtversuch mit eben im Freiland frisch geschlüpfen Tieren (*Tetropium Gabrieli*) unter möglichst natürlichen Verhältnissen angesetzt. Die oben geschlüpfen Tiere (♀♀ und ♂♂) wurden in einen mit Organtin verschlossenen Zuchtkasten, der mit frischen Lärchenstücken und Lärchenzweigen beschickt wurde, eingezwängt. Der Zuchtkasten verblieb im Garten an der Nordseite des Hauses im Schatten. Es wurde die gleiche Zahl Weibchen und Männchen zusammengegeben. Bereits 1–2 Stunden nach dem Schlüpfen setzte die Kopula ein. Die Geschlechtsorgane sind also im Augenblick des Schlüpfens vollkommen ausgereift. Der Begattungsakt währte 25–40 Minuten, selten kürzer. Während der Kopula verlieren die Tiere nichts von ihrer großen Beweglichkeit, aufgescheucht flüchten sie rasch, ohne die Begattungsstellung aufzugeben. Da ein und dieselben Weibchen wiederholt begattet wurden, darf angenommen werden, daß eine durch einmalige Kopula bedingte Füllung des Receptaculum seminis nicht ausreichend ist zur Befruchtung aller abzulegenden Eier. Allerdings dürfte in dem beschränkten Raum des Zuchtkastens das Geschlechtsleben vielleicht gesteigert worden sein. — Dafür aber, daß eine einmalige Begattung nicht hinreichend ist, spricht der Umstand, daß auch während der Legezeit die Weibchen wiederholt begattet wurden. — Die Kopula findet stets tagsüber statt; des abends, in der Nacht und zeitig früh saßen die Tiere versteckt und ruhig einzeln unter den Ästen, Borkenschuppen und den Lärchenzweigen. — Die Begattungstätigkeit dauerte intensiv vom 25. bis 28. August. Während der ersten drei Tage waren die Tiere fast stetig in Kopula anzutreffen. Am 28. August flaute die Begattungstätigkeit ab und der Legeakt begann. Am 29. August, also am 5. Tag nach der ersten Begattung, vollzog sich bereits intensive Eiablage. — Die Weibchen krochen langsam — gegenüber der sonst flinken und raschen Bewegungsweise der *Tetropium*-Arten an den Lärchenstücken herum und versenkten ihre vorgestreckte Legeröhre, oft auch die letzten Hinterleibssegmente unter Borkenschuppen und in tiefe Rindenrisse. Nicht jede Stelle wurde wahllos zur

Eiablage benutzt, viele oft unverrichteter Dinge verlassen. Vor der Ablage des Eies wird die Rinde vorsichtig und lang mit den Bürsten, die am Ende der Legescheide stehen, befühlt und abgetastet; erst wenn die betreffende Stelle als geeignet befunden wurde, vollzog sich die Eiablage. Das Abtasten und Absuchen erfolgt stets unter heftiger Bewegung der vorgestreckten Fühler und mit herausgestreckter Legescheide, indem das Weibchen schraubenförmig um das Stück herum wandert. Es macht geradezu den Eindruck, als ob das Tier seine ganzen Sinnesfähigkeiten angestrengt anspannen würde.

Die Eier werden unter Borkenschuppen und in tiefe Rindenrisse abgelegt, und zwar so tief darunter- bzw. hineingeschoben, als das Weibchen mit der vorgestreckten Legescheide und event. den letzten Hinterleibsringen einzudringen vermag. Finden sich am Stamm Wundstellen vor, so werden die Eier auch gern an deren Ränder abgelegt. Bei liegenden Stämmen erfolgt die Eiablage auch an den Hirnflächen, und zwar hier direkt an die Grenze zwischen Rinde und Holz, also an die Kambialzone.

Am Beginn der Legezeit werden die Eier meist einzeln oder auch zu zwei oder drei Stück abgelegt, später jedoch erfolgt die Ablage zu drei bis sechs Stück nebeneinander, und zwar mit den Längsseiten dicht aneinandergefügt; mit dem zeitlichen Fortschreiten der Legetätigkeit werden die Eier in zunehmend größerer Zahl, am Ende zu acht bis zehn nebeneinander in kleinen Häufchen, die aber wieder räumlich recht weit getrennt sind, abgelegt. Diese Beobachtung, daß sich die Zahl der Eier, die zur gemeinsamen Ablage gelangen, steigert, konnte öfters gemacht werden. Es ist dies unter anderem auch mit einer Erklärung für die zum Schluß der Schlupfzeit wieder ansteigende Schwärmkurve (siehe unten). Schlechtes, widriges Wetter läßt in der Eiablage einen vorübergehenden Stillstand eintreten.

Die Dauer der Eiablage erstreckt sich über rund 14 Tage. (In den Zuchten 8—15 Tage.)<sup>1)</sup>

Das Schlüpfen der Lärven aus diesen Eiern begann am 13. September und währte bis zum 20. an. Im Durchschnitt beträgt die Eiruhe 10—14 Tage.

Unterschiede ergeben sich weder bei den beiden Arten *fuscum* und *Gabrieli*, noch bei der Frühjahrs- und Herbsteiablage.

Zu bemerken wäre, daß Begattung zwischen der Stammform und der Spiebform *c normal* stattfand.

Die Untersuchung der inneren weiblichen Geschlechtsorgane ergab bei vor der Begattung stehenden Weibchen durchschnittlich 16 große, legereife Eier; die Gesamtzahl der gezählten Eier je Weibchen belief sich im Durchschnitt auf 120. Zur Ablage gelangen durchschnittlich je

<sup>1)</sup> In den Zuchten starben die Tiere nach 17 bis 25 Tagen ab, die Männchen früher, die Weibchen später.

Weibchen 80 Eier. Weibchen, welche allein, ohne Männchen jedoch nach erfolgter Begattung eingezwängert wurden, legten im Durchschnitt nur zwanzig bis dreißig befruchtete Eier ab, was gleichfalls dafür spricht, daß eine einmalige Begattung und Füllung des Receptaculum seminis zur Befruchtung aller Eier nicht ausreichend ist, und daher öftere Begattung während der Legezeit erforderlich erscheint, was den gemachten Beobachtungen entspricht.

### Der Larvenfraß.

In der Biologie des Fraßes der Larven besteht zwischen den beiden Arten *T. Gabrieli* und *T. fuscum* kein anderer Unterschied als der, daß *Gabrieli* in Lärche, *fuscum* in Fichte lebt. Beide bevorzugen die unteren Stammteile. *T. fuscum* findet sich aber auch in Fichtenwurzeln mit *Hylobius* vergesellschaftet! Die Lehrkanzel erhielt solche Stücke aus St. Michael ob Leoben.

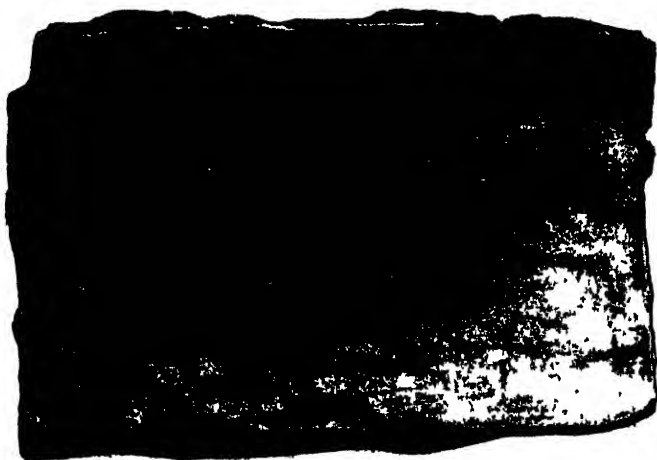
Wie bereits erwähnt, verläßt das Lärvchen nach 14 tägiger Eiruhe das Ei und nimmt seinen Weg durch die Borke, um in die Kambialzone zu gelangen. Auch wenn das Ei tief unter Borkenschuppen oder in Rindenrisse abgelegt wurde, so hat das Lärvchen, namentlich bei der dickborkigen Lärche eine nicht unbeträchtliche Borken- bzw. Rindenschicht zu bewältigen, bis es an den Ort seiner optimalen Nahrung gelangt. Wenn die Eiablage an Wundstellen oder in der vorhin angedeuteten Weise an den Hirnflächen gefällter Stämme erfolgt, so nimmt das Lärvchen seitlich seinen Weg in die Kambialzone. Hier wird nun vorerst ein etwa  $\frac{1}{2}$  mm breiter Fraßgang gefressen, der jedoch bereits nach einer Strecke von  $1\frac{1}{2}$  bis 2 cm eine Breite von  $\frac{1}{2}$  cm erreicht und dann häufig platzförmig wird. (Abb. 1 a, 1 b, 1 c.) Eine Bevorzugung der Längs- oder Querrichtung (zur Holzfaser) kann hierbei nicht festgestellt werden. Allerdings wird im allgemeinen unter normalen Verhältnissen der Hauptsache nach mehr, weniger die Längsrichtung mit vielen Abweichungen und Windungen beibehalten. Vor dem Eintritt in den Holzkörper zur Anlage der Puppenwiege erweitert sich häufig der Gang platzförmig bis zur Breite von  $2\frac{1}{2}$  cm, mitunter sogar mehr. Die mit hellgelb und braun gemischtem Nagemehl dicht vollgestopften Gänge liegen 2—3 mm im Rindenkörper und schürfen den Splint bis zu einer Tiefe von  $1\frac{1}{2}$  mm. Die vollwüchsige Larve frißt sich mit einem längsovalen Eingangsloch radiär in den Holzkörper um die Puppenwiege anzufertigen. (Abb. 2 zeigt eine Ansicht des Larvenfraßes.) Das Larvenleben währt rund 90 oder 328 Tage.

### Die Puppenwiege.

Die Puppenwiege liegt bei der gesunden Larve 3—4 cm tief (in radiärer Richtung) im Holzkörper, dabei oft 2 cm tief im Kern. Der radiäre Eingang zweigt an seinem Ende rechtwinkelig ab (Abb. 3). Die verpuppungsreife Larve dreht sich vor der Verpuppung um und verschließt



a



b



c

Abb 1 Beginn des Larvenlaufes von *Teropium rubrum* bzw. *juv.*

den Übergang der radiären Eingangsröhre zur Puppenwiege mit einem Nagespanstopfen, durch welchen sich das fertige Tier durchnagen muß. In einzelnen Fällen, wo sich die Larve vor der Verpuppung nicht umgedreht hat, findet man in der Puppenwiege den verendeten Käfer, von dessen vergeblichen Bemühungen herauszugelangen seine Umgebung Zeugnis ablegt. (Abb. 4.) Auch die parasitierte Larve dreht sich vor der Ver-



Abb. 2. Larvenfraßbild von *Tetropium Gabrieli* Weise an Lärche.  
Vollendeter Fraß.



Abb. 3. Puppenwiege einer gesunden Larve  
von *Tetropium Gabrieli* Weise in Lärche.

puppung um. Die Parasiten liegen mit dem Kopf vorwärts in der Larve; erfolgt das Umwenden nicht, so findet man die eingegangenen Parasiten mit dem Kopf nach abwärts eingegangen in den Puppenwiegen.

Wie wohl bei der parasitierten Larve eine Erklärung für das fallweise Unterbleiben der Umkehr unschwer zu finden wäre, so doch nicht für die gesunde Larve.

Die Puppenruhe währt in der Regel 14 Tage.

Neben der Anlage der normalen Puppenwiegen findet man auch solche im Rindenkörper allein oder zwischen Rinde und Holz, also in

der Kambialzone. Auch fertige Käfer wurden in einzelnen Fällen solchen Puppenwiegen im Winter entnommen, so daß vereinzelt die Überwinterung auch als fertiger Käfer erfolgen kann. Diese Puppenwiegen sind oval 2—3 auch mehr mm in der Rinde versenkt und mit festem Nagemehl umgeben; von diesen Puppenwiegen nagt sich der Käfer zunächst mehr oder weniger schief gegen die Außenseite der Rinde einen Gang, der



Abb. 1. *Tetropium fuscum* in der Puppenwiege verendet. Der Käfer konnte die Puppenwiege nicht verlassen, da sich die Larve vor der Verpuppung nicht umgedreht hatte



Abb. 5  
Rindenpuppenwiege von *Tetropium Gabrieli*.

dann senkrecht zur Rindenoberfläche umbiegt und ins Freie führt. Abb. 5. Eine ähnliche Form ist die, daß die Puppenwiege in den Rindenkörper selbst versenkt ist, sie ist dann oft stellenweise von festem Bohrmehl umgeben. Diese Form tritt bei dicker Borke mitunter auf. Von einem regelrechten Hakengang, wie er bei der Puppenwiege im Holzkörper normal ist, ist in diesem Fall nichts zu sehen, einzig und allein erinnert die Umkehr in der Richtung des Ganges vor der Anlage der Rindenpuppenwiege an die typische Hakengangform.

Die Rindenpuppenwiegen sind dort, wo dickere Borke vorliegt, häufiger, im allgemeinen aber sind sie seltener, es kommen etwa auf 100 normale Puppenwiegen 4—6 Rindenpuppenwiegen. An Lärche sind sie häufiger als an Fichte, was seine Ursache in der verschiedenen Rinden- bzw. Borkenbeschaffenheit hat.

Diese Puppenwiegenformen dürften auf verschiedene Ursachen zurückgeführt werden können. Erstens kann man sie, bei der Sommergeneration, in starker Borke als Notpuppenwiegen betrachten. Sie dürften von Tieren stammen, die bei dauernder hoher Kambialtemperatur rasch vollwüchsig geworden, bei starker Insolation zwischen Rinde und Holz oder im Rindenkörper zu rascher Notverpuppung schritten. In starkborkigen Stämmen waren sie bei der Sommergeneration häufiger als bei der Wintergeneration. In den Körperausmaßen unterscheiden sich die aus diesen Puppenwiegen hervorgegangenen Tiere nicht von den Größen der Käfer aus den normalen Puppenwiegen. Zum Großteil befanden sich diese Notpuppenwiegen auf den Stammseiten, seltener auf der Stammunterseite (des liegenden Stammes). Es sei hier auch auf die später erfolgende Besprechung der Einflüsse der Kambialtemperaturen verwiesen.

Als zweite Ursache kann, auch für die Wintergeneration, ein anderer Grund herangezogen werden und zwar die Parasitierung. Wie später besprochen wird, ist der Aktionsradius der verpuppungsreifen parasitierten Larven geringer als jener der gesunden. Da nun die in den Rindenpuppenwiegen gefundenen Tetropiumlarven — besonders bei der Wintergeneration — sich zu großem Anteil als parasitiert erwiesen hatten, wird angenommen, daß zum Teil auch die Parasitierung die Anlage von Rindenpuppenwiegen zwangsläufig veranlaßt. So daß diese Formen der Puppenwiegen zum Teil jedenfalls Not- bzw. Zwangspuppenwiegen darstellen.

Drittens dürfte sehr dicke Borke an und für sich, auch bei ganz gesunden Larven, Veranlassung zur Anlage der Puppenwiegen im Rinden- bzw. Borkenkörper sein. Oft ist ja Lärchenborke, besonders über dem Wurzelanlauf mehrere Zentimeter dick. Die Puppenwiege liegt dann ebenso tief, als z. B. bei dünner Fichtenrinde wo sie sich 3—4 cm im Holzkörper befindet.

Die Beziehungen zwischen Parasitierung und Puppenwiege, werden im Abschnitt „Parasiten“ Behandlung finden.

### Die Generationsfrage.

Bei dem Studium der Biologie der beiden *Tetropium*-Arten wurden insbesondere die Generationsverhältnisse, wie auch die Faktoren, welche die Generation beeinflussen, in den Kreis der Untersuchungen gezogen. Gerade in der Generationsfrage herrschen in der Literatur verschiedene Ansichten. Ein Teil der Autoren (Altum, Judeich, Boas) bezeichnen die Generation als zweijährig; Escherich, Nüßlin, Pauly, Ohlemann,



Lindemann als einjährig. Pauly erhielt nach einigen Monaten bereits fertige Käfer; die Tiere waren jedoch klein und schwächlich und sind nicht zur Fortpflanzung geschritten. Immerhin hat Pauly durch seine Beobachtungen bereits die Beeinflußbarkeit von *Tetropium* nachgewiesen. Wie die Verhältnisse im Freiland liegen, und ob die früh auskommenden Käfer imstande sind, eine zweite Generation zu begründen, diese Fragen standen noch offen.

Die nachstehend erörterten diesbezüglichen Untersuchungen erstreckten sich von 1926 bis zum Frühjahr 1929 und lieferten eindeutige Ergebnisse. Die Feststellungen wurden 1927—1929 in den Slavietitzer Forsten in Südmähren und 1927—1929 auch in denen der Gutsverwaltung Maissau in Niederösterreich durchgeführt.

1926 und 1927 konnte sowohl bei *T. Gabrieli* wie auch bei *T. fuscum* eindeutig einjährige Generation festgestellt werden und zwar mit der Flugzeit vom 20. April bis 6. Juni. Die Daten beziehen sich auf den Zeitraum des Ausschwärmens. Siehe Abb. 12, in der die Schwärmkurve des Käfers festgelegt wurde. Die Schwankungen in der Dichte lassen sich zum Teil aus den jeweilig aufgetretenen Kaltwetterperioden während der Schwärmheit bzw. während der Eiablage des Vorjahres erklären.

Sowohl 1926 wie auch 1927 waren im Sommer keine Anlagen von Puppenwiegen zu beobachten. Die Anfertigung der Puppenwiegen setzte erst im Herbst ein; etwa die Hälfte der Larven fertigte ihre Puppenwiegen im Herbst, der Rest am Beginn des Frühjahres an.

Ganz anders gestalten sich die Verhältnisse im Jahr 1928. Das Schlüpfen erfolgte von Ende April bis Anfang Juni.

Am 18. August wurde im Waldteil Schwarzerde Abtg. 31 e und a eine im Februar 1928 vom Wind geworfene — vorher völlig gesunde — Lärche untersucht. Das Ergebnis war ein äußerst interessantes: es fanden sich neben vollwüchsigen, bereits verpuppungsreifen Larven, die entweder die Puppenwiege, bereits angefertigt hatten oder eben damit begannen, auch Puppen und fertige Käfer vor! Wie aus zahlreichen ganz frischen Schlupflöchern zu ersehen war, war ein Teil der Käfer bereits geschlüpft, der größere Teil war im Begriff seine Brutstätte zu verlassen oder lag als Puppe und verpuppungsreife Larve vor. Der Entwicklungszeitraum dieser Käfer hatte demnach nur vom Frühjahr (Ende April—Anfang Mai) bis Mitte August gewährt; also nur  $3\frac{1}{2}$  Monate! Da der betreffende Stamm genau in Evidenz gehalten war, liegt keinerlei Zweifel vor, daß die im August bis September 1928 geschlüpften Tiere die Nachkommen des Frühjahrsschwarmes 1928 sind. Die im August und September schlüpfenden Tiere schritten sogleich zur Kopula und alsbald auch zur Eiablage. Es erscheint demnach das Zustandekommen einer doppelten Generation bei *Tetropium Gabrieli* Weise eindeutig erwiesen! Wie für *T. Gabrieli* an der Lärche, konnte 1928 auch für *T. fuscum* an Fichte im Waldteil „Hohe Maisch“ doppelte Generation festgestellt

werden! Aber nicht nur in diesen Südmährischen Forsten, sondern auch in den Forsten der Gutsverwaltung Maissau hatte *Tetropium* 1928 doppelte Generation.

Es wurde nun versucht, der Frage: unter welchen äußeren Bedingungen, unter welchen Einflüssen kommt bei *Tetropium* doppelte Generation zustande, näherzutreten. Wenn es auch nicht möglich ist, alle Ursachen zu erfassen, so soll doch versucht werden, einen Teil der maßgebenden wirksamen Teilkräfte auf ihre Einwirkung zu untersuchen.

Es war naheliegend, die klimatischen Verhältnisse und ihre Auswirkungen in den Kreis der Betrachtungen zu ziehen. In beiden Forsten, Slavietitz und Maissau haben wir es mit niederschlagsarmen Gebieten zu tun, beide liegen innerhalb der Jahresisohyete von 500 mm und gehören mit zu den trockensten Gebieten der alten Monarchie. Sowohl die Fichte, wie auch die Lärche befinden sich hier außerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes, worauf bei der Erörterung über die wirtschaftliche Bedeutung der beiden *Tetropium*-Arten näher eingegangen wird.

Leider sind die Klimazahlen für die Slavieticer Forste für 1927 und 1928 nicht vollständig. Benützt wurden die Klimazahlen der Station Hrotowitz, die mir in zuvorkommender Weise von der Hydrographischen Abteilung der politischen Landesverwaltung in Brünn beigelegt wurden; die Beobachtungen sind leider unvollständig, da der Beobachter 1926 und 1927 einige Monate nicht beobachtet hat. In nachstehender Tabelle erscheinen die Klimazahlen für Slavietic angeführt: <sup>1)</sup>

Monat	Monatsmittel der Temperatur in C°			Monatssummen d. Niederschlages in mm			Maximum des Tagesmittels in C°			Minimum des Tagesmittels in C°		
	1926	1927	1928	1926	1927	1928	1926	1927	1928	1926	1927	1928
Januar . .	—	—	— 1,0	24	51	32	—	—	6,1	—	—	— 14,0
Februar . .	—	— 1,3	— 0,2	39	4	42	—	7,2	9,1	—	— 11,2	— 9,0
März . . .	—	5,4	0,6	27	35	32	—	18,6	15,2	—	0,6	— 9,0
April . . .	—	7,1	7,9	30	56	59	—	20,3	20,6	—	0,9	— 0,7
Mai . . .	—	11,6	10,6	79	28	60	—	24,4	24,1	—	2,5	0,3
Juni . . .	—	—	15,1	193	103	112	—	29,7	28,6	—	8,2	5,0
Juli . . .	18,0	—	19,1	71	117	38	26,9	—	30,6	9,9	—	11,4
August . .	15,8	17,0	16,5	27	7	68	25,6	26,4	27,0	9,2	10,3	10,1
September .	13,5	13,2	13,1	48	31	29	25,2	28,6	26,8	7,6	6,7	2,2
Oktober . .	7,3	7,6	—	45	19	—	16,8	20,5	—	— 1,0	0,9	—
November .	7,3	2,4	—	18	23	—	15,2	19,7	—	— 2,2	— 5,8	—
Dezember .	—	—	—	19	13	—	—	—	—	—	— 21,8	—

<sup>1)</sup> Die Klimazahlen der Station Hrotowitz konnten Anwendung finden, da diese Station nur 4 km von Slavietic entfernt liegt und in der Lage keine wesentlichen Unterschiede aufzuweisen hat.

Soweit ein Vergleich der mittleren Klimazahlen, der freilich für den vorliegenden Zweck nicht als der geeignetste bezeichnet werden kann möglich ist, gelangt er zur Durchführung. (Genauen Aufschluß geben die Tagestemperaturen, wie für Maissau gezeigt werden kann.) Immerhin ist zu ersehen, wenn die für das Zustandekommen einer doppelten Generation in Betracht kommenden Monate Mai bis August heraus gegriffen werden, daß insbesondere der Monat Juli 1928 durch eine sehr geringe Niederschlagssumme charakterisiert ist; weiter auch, daß dieser Monat durch ein höheres Temperaturmonatsmittel gegenüber 1926 (1927 fehlt die Beobachtung) ausgezeichnet ist. Zu bemerken sind auch das höhere Maximum und Minimum des Tagesmittels im Juli 1928; es muß dabei hinzugefügt werden, daß bei diesen Temperaturangaben die Insolation ausgeschaltet ist; es sind Lufttemperaturen im Schatten. In der Sonne wurden im Juli 1928 50 ° C bis 51 ° C gemessen! Schon aus der Betrachtung dieser Tabelle erhellt die Bedeutung der Julitemperaturen und Juliniederschlagsmengen für das Zustandekommen doppelter Generation bei *Tetropium*.

Noch besser konnten die wichtigsten klimatischen Faktoren der Jahre 1927 und 1928 für Maissau erfaßt werden. Hier war 1926 und 1927 *Tetropium* in geringem, doch steigendem Maß aufgetreten, um 1928 starke Ausbreitung anzunehmen, was freilich auch durch Vorhandensein infolge der Trockenperioden kränkelnder Fichten (siehe später) unterstützt wurde.

Nachstehende Tabelle zeigt die Verhältnisse der wichtigsten Klimafaktoren, soweit sie erhältlich waren, in den Jahren 1927 und 1928 für Maissau.

Monat	Monatsmittel der Temperatur in C°		Niederschlag in mm		Regentage	
	1927	1928	1927	1928	1927	1928
Januar . . .	+ 0,1	+ 0,13	28,7	11,0	8	4
Februar . . .	— 0,1	+ 2,6	0,5	37,8	2	8
März . . .	+ 4,7	1,03	32,2	19,9	2	6
April . . .	7,1	7,0	56,8	34,1	15	8
Mai . . .	9,7	9,9	31,9	93,7	8	11
Juni . . .	14,5	14,4	96,2	108,1	9	15
Juli . . .	15,7	20,5	101,8	17	13	5
August . . .	14,8	18,3	24,6	75,9	6	12
September . .	11,5	13,26	26,7	74,4	8	7
Oktober . . .	6,6	9,3	16,7	19,4	3	7
November . .	2,7	6,8	39,1	63,2	5	11
Dezember . .	— 4,7	— 1,7	20,2	48,2	8	14

Es ergeben sich hier die gleichen Verhältnisse wie für die Slavieticer Forste.

Um jedoch die Verhältnisse genau zu erfassen, genügt es keineswegs die Monatsmittel zu untersuchen, bei denen ja bereits abgerundete Mittelwerte vorliegen, sondern es müssen die Tagesmittel und auch die Extremwerte eingehend studiert werden. Es soll im nach-

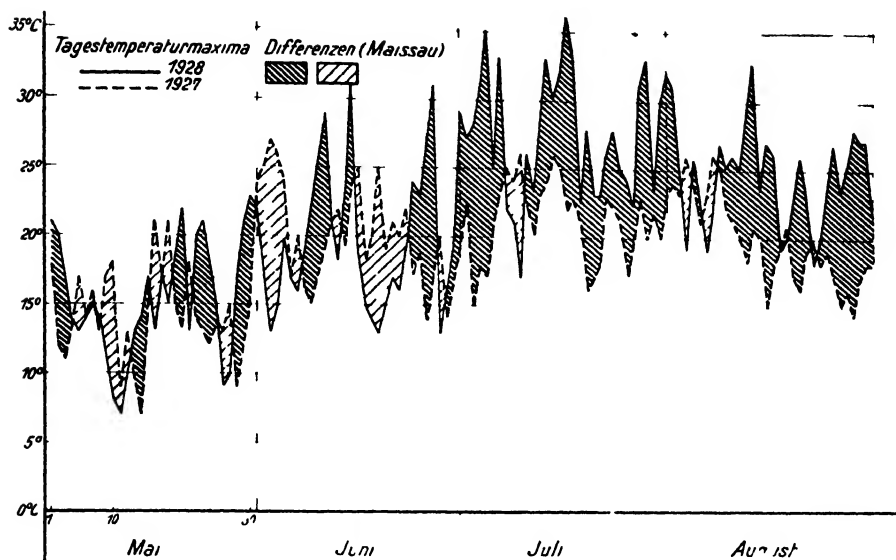


Abb 6  
Differenzen der Tagestemperaturmaxima von 1927 und 1928 Maissau Mai—August

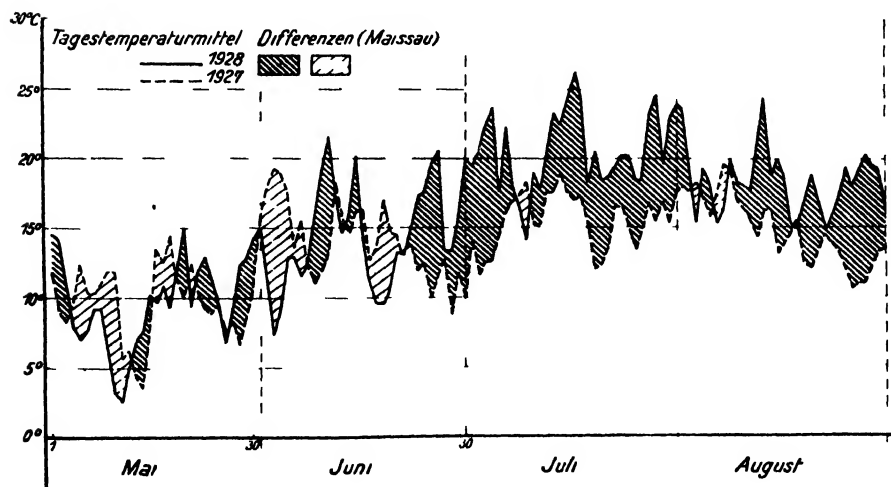


Abb 7  
Differenzen der Tagestemperaturmittel von 1927 und 1928 Maissau Mai—August  
Die tiefschwarze Fläche gibt das Mehr des Jahres 1928 über die Temperatur des Jahres 1927 an, die heller gehaltene das Mehr des Jahres 1927 über die Temperatur des Jahres 1928 an

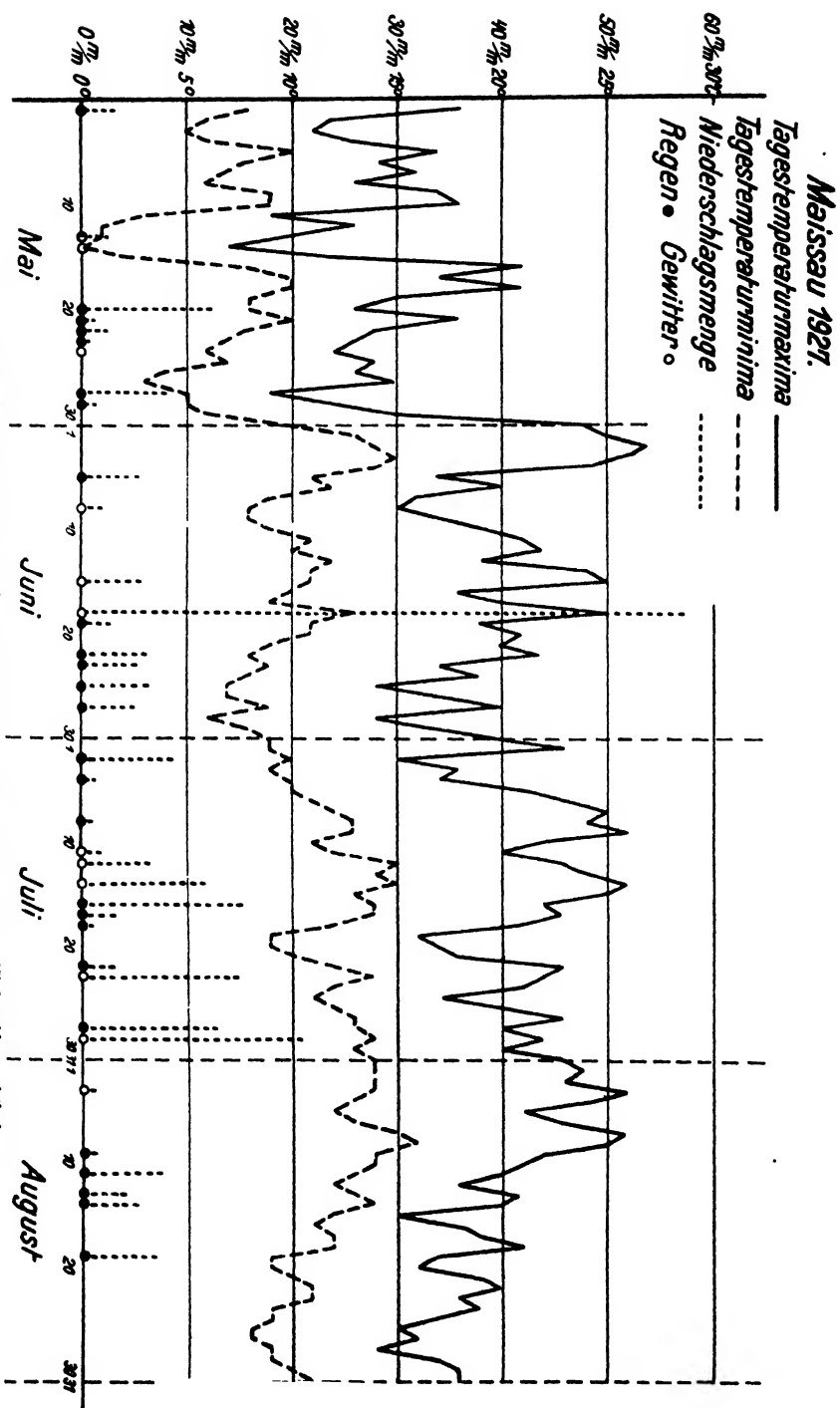


Abb. 5. Tagestemperaturmaxima und -minima des Jahres 1927. Maissau. Mai—August. Niederschlagsverhältnisse.

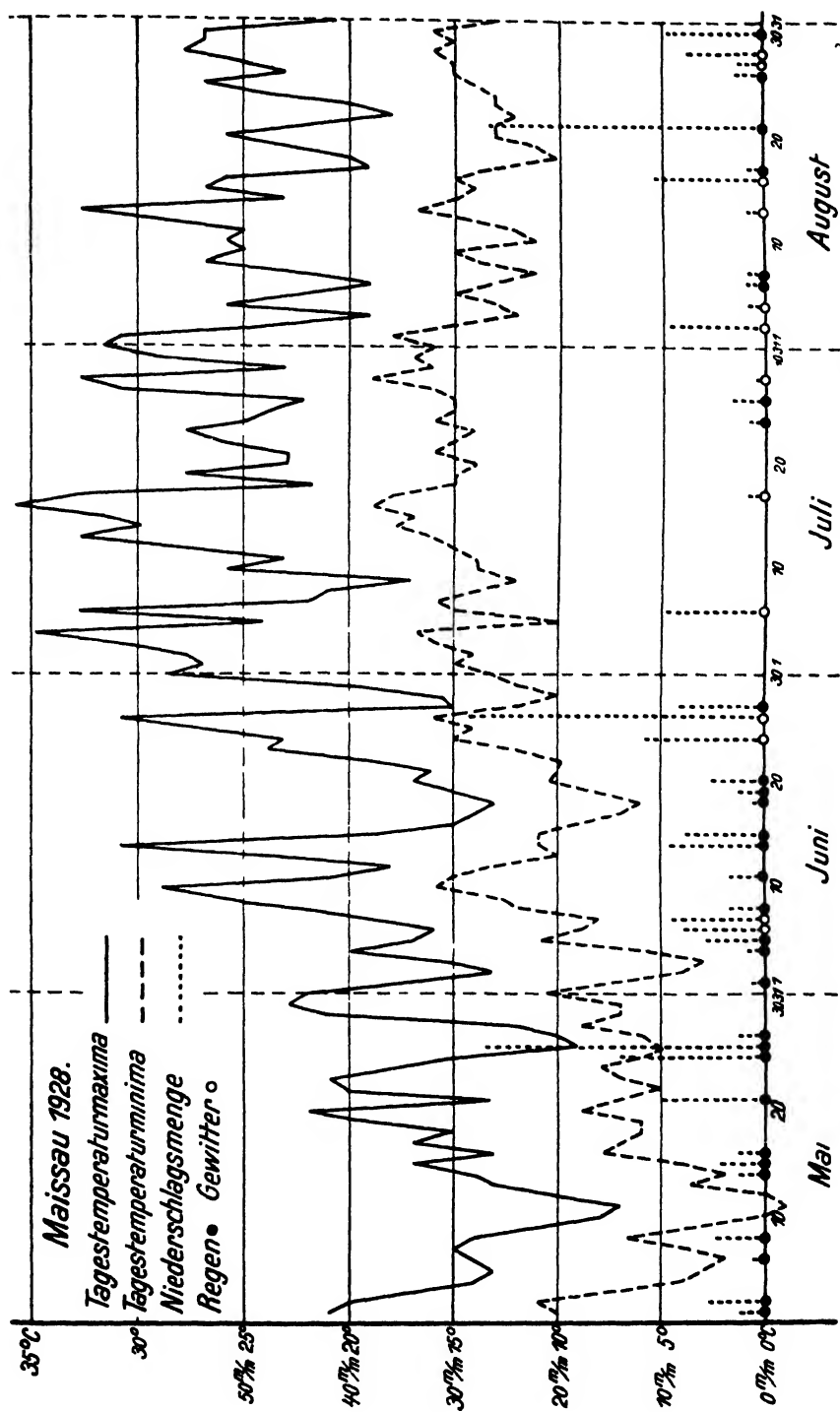


Abb 9 Tagestemperaturmaxima und -minima 1920 Maissan Mai—August Niederschlagsverhältnisse

stehenden der Einfluß der wichtigsten Klimafaktoren in den Monaten Mai bis August auf das Zustandekommen der doppelten Generation untersucht werden. Um die Klimafaktoren und besonders die Temperaturverhältnisse in den Monaten Mai bis August der Jahre 1927 und 1928 in anschaulicher Weise darzustellen, wurden mehrere Klimadiagramme angefertigt. In den Abb. 8 und 9 wurden die Tagesmaxima und Tagesminima, sowie auch die Niederschlagsverhältnisse festgelegt. Abb. 6 zeigt die Temperaturtagesmaxima für 1927 und 1928, Abb. 7 die Temperaturtagesmittel für 1927 und 1928 (1927 strichliert, 1928 voll ausgezogen). In diesen zwei Abbildungen wurden die Teile, wo die Temperaturkurve d. J. 1928 jene von 1927 übersteigt, mit dunkler Farbe, jene wo die Kurve d. J. 1927 die d. J. 1928 überschreitet, mit heller Farbe angelegt, um die gegebenen Verhältnisse deutlich zur Anschauung zu bringen. Wir ersehen aus dem Vergleich der Kurven daß in den Monaten Mai und Juni sich die Temperaturverhältnisse der Summe nach ziemlich die Wage halten, doch erreicht der Juni 1928 bedeutend höhere Maxima als der des Vorjahres! Beginnend von Mitte Juni ändert sich aber das Bild völlig; die Maxima-Minima- und damit die Tagesmitteltemperaturen überschreiten im Jahr 1928 ganz gewaltig die des Jahres 1927 und behalten diese Tendenz bis in den Herbst hei!

Die nachstehende kleine Tabelle zeigt weiter, daß das Jahr 1927 keinen Tag mit einem Tagesmittel von  $> 20^{\circ} \text{C}$  aufzuweisen hatte, 1928 hingegen in den Monaten Juni 4, Juli 16 und August 6! Weiter August 1928 überdies mit 24 Tagen von  $15-20^{\circ} \text{C}$ , August 1927 nur mit 14 Tagen von  $15-20^{\circ} \text{C}$  Tagesmittel. Juli 1928 hat sogar einen Tag mit einem Tagesmittel über  $25^{\circ} \text{C}$  aufzuweisen. Wenn nun noch die Niederschlagsverhältnisse ins Auge gefaßt werden, so ergibt sich der Juli 1928 mit 17 mm und 5 Regentagen, der Juli 1927 mit 101,8 mm und 13 Regentagen. Überdies lagen, wie aus den Abb. 8 und 9 ersichtlich, die Minima d. J. 1928 in den Monaten Juli, August, höher als 1927.

Grade Celsius	Tagesmitteltemperaturen							
	Mai	Juni Zahl der Tage 1927	Juli Zahl der Tage 1927	Aug.	Mai	Juni Zahl der Tage 1928	Juli Zahl der Tage 1928	Aug.
$< 10^{\circ}$	15	1	—	—	17	4	—	—
$10-15^{\circ}$	16	19	9	17	13	14	1	1
$15-20^{\circ}$	—	10	22	14	1	8	13	24
$20-25^{\circ}$	—	—	—	—	—	4	16	6
$> 25^{\circ}$	—	—	—	—	—	—	1	—

Wie aus diesen Darlegungen zu entnehmen ist, war die Zeit von Mitte Juni bis September d. J. 1928 durch besonders hohe Temperaturen ausgezeichnet. Insbesondere werden die Witterungsverhältnisse der Monate

Juli, August und auch noch Anfang September für das Zustandekommen der doppelten Generation gewirkt haben; Juli, August sind die kritischen Monate.

Zusammenfassend ist festzustellen: Das Zustandekommen einer doppelten Generation bei *T. Gabrieli* und *T. fuscum* wird bedingt von den Witterungsverhältnissen der Monate Mai bis August und wird ausschlaggebend beeinflußt von dem Auftreten einer Reihe von Tagesmitteltemperaturen mit  $> 20^{\circ} \text{C}$  in dem Monat Juli und Anfang August, sowie geringer Zahl von Regentagen im Juli.

Die Zahl der Regentage kann bei den *Tetropium*-Arten vorzüglich nur in dem Sinne in Erwägung gezogen werden, als an diesen Tagen die Insolation — mit Ausnahme von Gewittertagen — in Wegfall kommt. (Bei freilebenden Tieren z. B. Aphiden, spielt die Anzahl der Regentage eine noch bedeutend einschneidendere Rolle.) Andererseits aber, und das gilt besonders auch für den liegenden Stamm, ist eine gewisse, doch nicht zu große Zahl von Regentagen, besonders in Trockenperioden, durch Erhaltung der Feuchtigkeit in der Kambialzone für das Fortkommen der Brut fördernd. In regenreichen Gebieten spielt die Zahl der Regentage auch bei *Tetropium* durch Ausschaltung der Insolation eine hemmende Rolle.

Werden nun noch die Klimaverhältnisse von Maissau mit jenen von Slavietic verglichen, so ergibt sich eine augenfällige Ähnlichkeit. In beiden Gebieten hatten *Tetropium* 1927 einfache, 1928 doppelte Generation. Beide Forste gehören auch einem mehr oder weniger gemeinsamen Klimagebiete an.

Es kann weiter kaum daran gezweifelt werden, daß unter besonders ungünstigen klimatischen Verhältnissen, etwa im Hochgebirge in Gletschnähe bei kurzer Vegetationsperiode, hoher relativer Luftfeuchtigkeit, tiefen Minima, viel Regentagen, häufiger Nebelbildung u. s. f., oder im Norden, die Generation auch eine zweijährige werden kann.

Es soll nun noch der Generationsablauf als solcher einer näheren Darstellung unterzogen werden. Er erscheint auf Abb. 10 zur Darstellung gebracht. Oben wurden die Klimaverhältnisse von Maissau, in der Mitte jene von Slavietic für 1927 und 1928 zur Darstellung gebracht. (Hier wurden nur die Monatsmittel, des Raumes wegen, angegeben.) Darunter sind die Generationsverhältnisse in ihrem zeitlichen Ablauf dargestellt. Die schwarze, voll angelegte Fläche bedeutet: Larvenzeit; die mit heller Tusche kenntlich gemachte: Puppenruhe; die weiß belassene: Eiruhe, die senkrecht schraffierte: Dauer vom Schlüpfen bis zur Eiablage; und die horizontal schraffierte: Zeit die der fertige Käfer innerhalb des Stammes vor dem Schlüpfen verbringt. Diese einzelnen Stadien sind nach ihrem zeitlichen Ablauf in nachstehender Tabelle zu ersehen.



Stadium	Dauer bei hohen Temperaturen. Tagesmittel Juli, August $> 20^{\circ} \text{C}$	Dauer bei mittlerer Temperatur. Tagesmittel Juli-August unter $20^{\circ} \text{C}$
	Tage (rund)	Tage (rund)
1. Zeitraum vom Schlüpfen bis zur Ablage des ersten Eies	(5)	(5)
2. Eiruhe	14	14
3. Larvenleben	90	328
4. Puppenruhe	14	14
4. Käferleben im Stamm vor dem Schlüpfen	4	4
<b>Entwicklungsdauer: 122</b>		<b>360 Tage.</b>

In die Entwicklungsdauer wurde der Zeitraum vom Schlüpfen bis zur Ablage des ersten Eies nicht mit einbezogen.

Bei mittleren Temperaturverhältnissen, Tagesmittel der Monate Juli-August unter  $20^{\circ} \text{C}$  benötigt Tetropium 360 Tage, bei hohen Temperaturen, d. h. wenn die Monate Juli, August Tagesmittel mit  $> 20^{\circ} \text{C}$  aufweisen, 122 Tage zur Abwicklung einer Generation.

In der Zeichnung Abb. 10 bedeuten die Punkte a: Schlüpfen des ersten, c Schlüpfen des letzten Käfers, der aus der Eiablage der Vorjahrs-generation stammt. a' Anflug des ersten, c' Anflug des letzten aus der Vorjahrseiablage hervorgegangenen Käfers. d: Schlüpfen des ersten Käfers der ersten Generation. e: Schlüpfen des bei den herrschenden Temperaturverhältnissen noch fertig gewordenen, letzten Käfers der ersten Generation. d' und e' bedeuten deren Anflug.

In der schematischen Darstellung wurde — da die Verhältnisse in einem Wirtschaftsganzen dargestellt sind, — nicht die ganze erste Generation als im Jahr der Eiablage beendet, dargestellt. Je nach der Lage des Stammes im selben Wirtschaftsganzen ist nämlich der Generationsablauf ein verschiedener, worauf später noch näher eingegangen wird. Jedenfalls, und das muß hier vorausgeschickt werden, gibt es in einem Wirtschaftsganzen Stämme und Stammteile, wo die Nachkommen der Frühjahrseiablage auch unter günstigem Großklima, zum Teil oder auch gänzlich erst im Nachjahr fertig werden; auch bei optimalen Lufttemperaturen der Freilandluft. Es weist also ein Teil eine einfache, ein Teil eine doppelte Generation auf, wie es auch in den Gutsverwaltungen, auf die sich diese Studien erstreckten, der Fall war. Der Anteil des Gesamtbesatzes, der zur Bildung einer zweiten Generation schreitet, ist vom jeweiligen Bestandesklima abhängig. Es verbleibt also neben der zweiten Generation, in der Zeichnung mit II bezeichnet, ein Teil der Nachkommen der Frühjahrseiablage, in der Zeichnung mit I' bezeichnet, der erst im nächsten Frühjahr fertig wird. Die Überwinterung erfolgt zum Großteil als Larve, vereinzelt auch als Puppe oder halbfertiger, seltener als fertiger

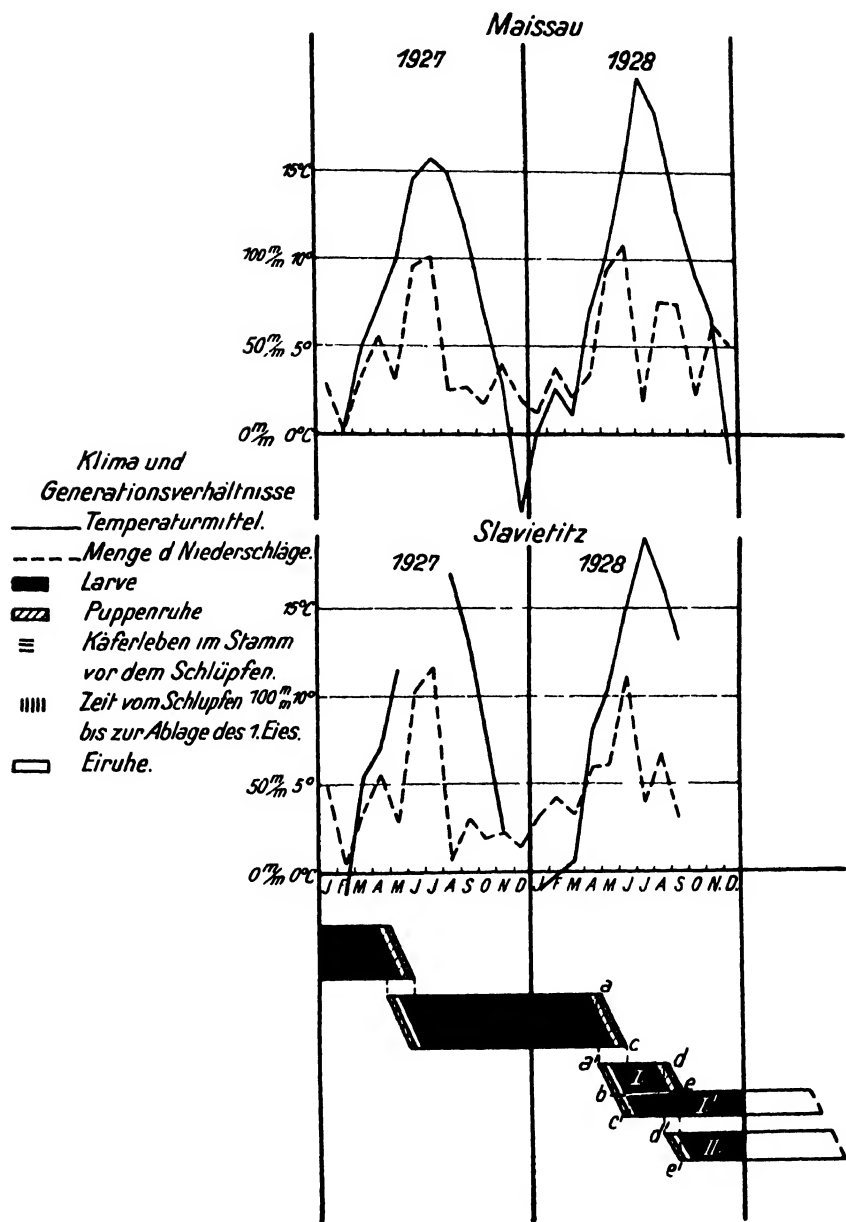


Abb. 10. Generationsablauf. Legende auf der Tafel.

Käfer. I' und II bilden zusammen den Frühjahrsschwarm des kommenden Jahres. Bei doppelter Generation treten also zwei Flugzeiten: Ende April bis Anfang Juni und Mitte August bis September auf. — Die in der Zeichnung gegebene Darstellung gilt für den Generationsablauf, wie er unter den verschiedenen bestandesklimatischen Verhältnissen in einem Wirtschaftsganzen, bei den vorn angeführten Klimaverhältnissen ablief. Natürlich ist der zeitliche Ablauf in verschiedenen Jahren und auch innerhalb ein und desselben Jahres je nach Lage und Bestandesverfassung verschieden. Abschließend kann daran festgehalten werden, daß in Trockenjahren mit Tagesmittel über  $> 20^{\circ}$  C der Monate Juli, August die Generation doppelt, in Durchschnittsjahren mit Tagesmitteln  $< 20^{\circ}$  C (Juli, August) die Generation einfach und in extrem kalten Lagen die Generation zweijährig sein kann.

Auf die besonderen Verhältnisse des Generationsablaufes unter den verschiedenen Bestandesverhältnissen wird noch näher eingegangen werden.

Aus der Gegenüberstellung der Klimaverhältnisse in den beiden Forsten und der Generationsfrage ergibt sich ein deutlicher Zusammenhang. Der Generationsablauf ist eine Funktion der dem Tier zur Verfügung stehenden Wärmesumme, d. h. er wird von der Lufttemperatur und den Niederschlagsverhältnissen beeinflusst; wie auch von der relativen Luftfeuchtigkeit.

Im nachstehenden sollen nun die besonderen Verhältnisse innerhalb eines Wirtschaftsganzen, das für die *Tetropium*-Arten, wie überhaupt für alle Insekten so wichtige Kleinklima Berücksichtigung finden; denn bis jetzt wurden, so weit als es im Bereich der Möglichkeit lag, nur die großen, äußeren Faktoren in Betracht gezogen; auch diese sind nur einige spärliche Teilkräfte einer großen Ursachensumme.

Die äußere Lufttemperatur und Feuchtigkeitsverhältnisse, kommen den innerhalb der Rinde und des Holzkörpers lebenden Insekten in ganz anderem Ausmaß zu, als sie natürlich gemessen werden; es ergeben sich bedeutende Abänderungen. In jedem Stamm liegt ein besonderes Kleinklima vor, das von einer ganzen Anzahl von Einwirkungen beeinflusst, von einer großen Summe von Ursachen abhängig ist. Die Temperaturverhältnisse der Kambialzone sind durchaus andere, als die der Luft. Die Temperatur- und Feuchtigkeitsverhältnisse der Kambialzone sind es natürlich, welche die Entwicklung der hier brütenden *Tetropium*-Arten ausschlaggebend beeinflussen. Im allgemeinen übersteigt die Kambialtemperatur die Lufttemperatur; oft ganz bedeutend! Im amerikanischen Schrifttum hat sich Graham mit dieser Frage (bei Buprestiden und Monochamus) beschäftigt.

Als Faktoren, welche die Kambialtemperatur beeinflussen, sind anzuführen:<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Ich folge in dieser Aufzählung, unter einigen Abänderungen und Vervollständigungen im allgemeinen Graham; der die Punkte bei 1: 1, 2, 3, 6, 7, 8 aufzählt.

- I. 1. Sonnenausstrahlung
  - a) Lichtintensität
  - b) Sonnenhöhe
  - c) Einfallswinkel.
2. Eigenschaften der Borke bezw. Rinde,
  - a) Farbe
  - b) Oberfläche
  - c) Struktur
  - d) Stärke.
3. Lufttemperatur.
4. Niederschlagsverhältnisse
  - a) relative Luftfeuchtigkeit
  - b) Zahl der Regentage.
5. Bestandesklima
  - a) Kronenschluß
  - b) Mischungsverhältnis
  - c) Exposition
  - d) Standort.
6. Luftbewegung.
7. Verdunstung an der Borkenoberfläche.
8. Die Nähe zu anderen ausstrahlenden oder absorbierenden Gegenständen (z. B. Randbäume).
- II. Als zweiter Hauptpunkt, der von großer Bedeutung ist, muß noch weiter hinzugefügt werden:
 

Der Ablauf der chemischen Zersetzung (Abbau) der Stoffe, besonders der Proteine in der Kambialzone.

Dieser Abbau ist seinerseits der Hauptsache nach abhängig:

  1. von der Holzart.
  2. vom Zeitpunkt der Fällung.
  3. von dem Zeitraum der seit der Fällung verstrichen ist.
  4. von den unter I angeführten Punkten.

Durch all diese Faktoren wird die Kambialtemperatur, also die Temperatur der für unsere *Tetropium*-Arten ausschlaggebenden, lebenswichtigen Zone, ebenso auch der Nahrungszustand beeinflusst.

Es seien den eigenen Untersuchungen vorerst einige Daten aus dem Schrifttum mit wenigen Werten vorausgeschickt: Von Graham wurde festgestellt, daß bei *Pinus strobus* in direktem Sonnenlicht bei einer Lufttemperatur von 40° C die Kambialtemperatur 60° C erreicht; dies ist aber bereits eine Temperatur, welche die tödliche Grenze für die meisten zwischen Holz und Rinde lebenden Insekten überschreitet. Diese tödliche Temperatur liegt nach Graham bei 48° C. Nach Bachmetjew sterben die Insekten bei Körpertemperaturen von 45—47° C zum Teil schon ab. Das Optimum liegt etwa bei 26° C. Die einzelnen Arten verhalten sich aber diesbezüglich doch verschieden.

Die Erhitzung der Kambialzone ist in den einzelnen Teilen des Stammes je nach seiner Lage zur Sonnenbahn verschieden: z. B. bei O-W-Lage an der der Sonne zugewendeten Seite am höchsten, der abgewendeten geringer und an der dem Boden aufliegenden am geringsten; so entstehen in einem Stamm verschiedene Kambialtemperaturzonen. Die oberste Zone wird durch die Erhitzung am stärksten ausgetrocknet, mit abnehmendem Feuchtigkeitsgehalt — besonders in Trockenperioden und bei geringer Taubildung — wird die Kambialtemperatur hier Mangels der Möglichkeit des Entstehens von Verdunstungskälte besonders hoch steigen.

Stellenweise werden sich in warmen und trockenen Sommern Kambialtemperaturen ergeben, die zum Absterben der *Tetropium*-Brut führen, stellenweise aber, wo sie nicht zu hoch sind, zur Entstehung doppelter Generation Gelegenheit geben. Wie noch gezeigt wird, kann an ein und demselben Stamm ein Teil absterben und neben doppelter auch noch einfache Generation auftreten; da in jedem Stamm ein ganz besonderes Temperaturgefälle, je nach seiner Lage und der Einwirkung der Außenfaktoren entsteht.

Deutlich konnte an den NS gelagerten Lärchen in Abteilung Schwarzerde 31 c die Wirkung der Kambialtemperatur in den einzelnen Temperaturzonen des Stammes und auch weiter unter Einwirkung verschiedener Schlußgrade des Bestandes in den Abteilungen, 37 e, 30 c, 31 e, 31 f, 25 g, 28 i, 36 a, 34 k und 34 l an Fichte und Lärche beobachtet werden.

In Abteilung 31 c waren die von *Tetropium Gabrieli* befallenen Lärchen NS gelagert, und zwar an dem gegen SO exponierten Bestandesrand. Der in Verjüngung begriffene Bestand hat einen Kronenschluß von 0,4–0,5 (Lärche rein). Die von *Tetropium* befallenen Stämme waren fast den ganzen Tag, mit Ausnahme der späten Nachmittagsstunden, der Sonnenbestrahlung ausgesetzt; stellenweise und zwar am Bestandesrand kam zur Insolation noch die Rückstrahlung der Randbäume hinzu.

Leider standen mir die erforderlichen Temperaturmeßinstrumente für die Ermittlung der Kambialtemperaturen nicht zur Verfügung; so daß ich bezüglich der entstandenen Temperaturgrößen, nur auf Analogieschlüsse angewiesen bin. Im Monat Juli 1923 konnten im direkten Sonnenlicht zur Mittagszeit Temperaturen von 50 und 51° C abgelesen werden. Es kann daher analog der Temperaturdifferenz zwischen Kambialtemperatur und Sonnenlichttemperatur angenommen werden, daß zeitweilig in den oberen Stammteilen sicherlich Kambialtemperaturen von 65° C auftraten, also der tödliche Schwellenwert weit überschritten wurde. In dieser obersten Zone der liegenden Stämme in obiger Abteilung war jegliches Insektenleben abgetötet; wohl waren vereinzelte begonnene *Tetropium*-gänge vorhanden, die darin befindlichen Larven aber waren tot, zum Teil vertrocknet; der Hitze zum Opfer gefallen. Auf diese schwach befallene Todeszone höchster Kambialtemperaturen folgte nun eine Zone, wo deutlich das Bestreben der Larven zu erkennen war, der Schattseite des

Stammes, der gegen Norden und Nordwesten exponierten Seite, sich zuzuwenden. Alle Larvengänge zeigten unzweifelhaft das Bestreben dem der Sonnenbestrahlung abgekehrten Stammteil zuzueilen, also das Fortschreiten des Fraßes von der gefährdeten Zone zur schattigen Zone hin. Die Zone des Nochfortkommens leitet zur Zone des Optimums über. In der Zone des Nochfortkommens entstehen durch zu hohe Kambialtemperaturen schädigende Einwirkungen (auch auf die Nahrung); kleine Larven gehen häufig ein, größere zeigen Wachstumshemmungen, Notverpuppungen treten ein; aus dieser Zone erhält man auch häufig auffallend kleine Imagos, die als Hungerexemplare bezeichnet werden dürfen. Diese Zone geht über in die Zone des Optimums. Den dichtesten Befall hatten die Nordwestseite und die Stammunterseite (die dem Boden aufliegende Stammseite). Durch die größere Beschattung, der geringeren Verdunstung, des Fehlens des direkten Auffallens der Sonnenstrahlen wurden hier — bei der Lagerung in direktem Sonnenlicht und bei dem geringen Kronenschluß des gelichteten Lärchenbestandes — optimale Verhältnisse geschaffen. Hier muß das Temperaturminimum vorgelegen haben, hier kam es zur Entstehung doppelter Generation; d. h. die im Mai abgelegten Eier lieferten unter den geschilderten Verhältnissen an der der Sonne abgekehrten und der dem Boden aufliegenden Stammseite Mitte August-September die fertigen Tiere, die gleich zur Kopula und alsbald zur Eiablage schritten. Die Ergebnisse der Untersuchungen waren bei allen Stämmen in Abteilung 31 e annähernd die gleichen. In nachstehender Tabelle ist eine Übersicht über die Befallsdichte in den einzelnen Stammteilen ersichtlich.

Analyse von 4 von *Tetropium Gabrieli* befallenen Lärchen in Abteilung 31 e. Kronenschluß 0,4. Lärche rein. 110jährig.

Post	Stammseite	Befallsdichte	Zur doppelten Generation geschritten	Verblieben für 1929	Abgestorben	Parasitiert
		1. ‰	2. ‰	3. ‰	4. ‰	5 ‰
a)	Oberseite . . .	5	—	—	100	—
b)	NW-Seite . . .	33	62 <sup>1)</sup>	36	2	70
c)	Unterseite . . .	52	30 <sup>2)</sup>	69	1	55
d)	SO-Seite . . .	10	10	10	80	16

1. In Prozenten des Gesamtbefalles.

2.)

3.) In Prozenten der Rubrik 1.

4.)

5. In Prozenten der Rubrik 4.

Zum Vergleich sei hier eine zweite Tabelle angeführt, die sich aus der Analyse von Stämmen, die unter anderen Bestandesverhältnissen befallen wurden, ergab.

<sup>1)</sup> An manchen Stämmen 100 ‰ } je nach der Lage zum Bestandesrand.  
<sup>2)</sup> An manchen Stämmen 80 ‰ }

Analyse von 4 von *Tetropium* befallenen Stämmen (Fichte) in Abteilung 30 c. Kronenschluß durchschnittlich 0,9 (einzelne Hallimaschlöcher). (0,9 Fichte, 0,1 Kiefer und Lärche.) 120jährig.

Post	Stammseite	Befall- dichte	Zur doppelten Generation schritten	Verblieben für 1929	Ab- gestorben	Parasitiert
		1. %	2. %	3. %	4. %	5. %
a)	Oberseite . . . .	49	34	65	1	89
b)	NW-Seite . . . .	12	11	89	—	2
c)	Unterseite . . . .	9	1	99	—	2
d)	SO-Seite . . . .	29	31	69	—	62

Die Prozentsätze beziehen sich auf die gleichen Rubriken wie bei der vorhergehenden Tafel.

Ein Vergleich der beiden Tabellen ergibt deutlich die Abhängigkeit der Befallsdichte der einzelnen Stammseiten vom Bestandesklima und die Reaktion auf dieses.

Die vorliegenden Beobachtungen zeigen, daß unsere *Tetropium*-Arten zu den gegen hohe Kambialtemperaturen sehr empfindlichen Insekten zählen.<sup>1)</sup>

Beweis dafür, daß die im August und September geschlüpften Tiere auch im Freiland sogleich zur Fortpflanzung schritten, also zur Begründung einer zweiten Generation, ist neben den Ergebnissen der Zucht auch eine in Abteilung 31 e gemachte Beobachtung, weshalb sie auch an dieser Stelle eingeschaltet wird. Die Untersuchung einer etwa 100 Schritte von den maibefallenen Stämmen entfernt gelegenen Lärche (Windwurf Juli 1928) ergab, daß sich hier im August (Ende) und September Eiablage vollzog; Anfang September waren bereits frische Fraßgänge zu finden (Abb. 1).

Es muß nun festgehalten werden, daß nicht alle Larven selbst eines Stammes August-September den Käfer ergaben, sondern ein Teil überwintert. Es tritt also neben der doppelten Generation, am selben Stamm auch einfache Generation auf. Zur Erklärung können verschiedene Ursachen herangezogen werden.

Erstens erstreckt sich die Legezeit im Frühjahr von April bis Anfang Juni, also auf einen längeren Zeitraum. Diejenigen Larven, welche unter den vorliegenden optimalen Verhältnissen im August und September nicht den Käfer ergaben, können von den spät- und letztgeschlüpften Weibchen (Ende Mai — Anfang Juni) und auch von den letztabgelegten Eiern der schon Mitte Mai geschlüpften Weibchen stammen. Die Eiruhe beträgt rund 15, die Zeit vom Schlüpfen bis zur Eiablage rund 5 Tage; es stehen somit z. B. der Nachkommenschaft der Anfang Juni geschlüpften

<sup>1)</sup> Sehr empfindlich gegen hohe Kambialtemperaturen sind die meisten Bockkäfer, zum Teil manche Borkenkäfer. Hingegen vertragen die Prachtkäfer und ein Teil der Borkenkäfer mehr hohe Kambialtemperaturen.

Weibchen für Larvenleben + Puppenruhe bis Mitte September nur 55 bis 60 Tage zur Verfügung, also zu wenig zur Abwicklung der ganzen Entwicklung.

Als zweite Ursache muß angeführt werden, daß ein Stillstand in der Eiablage im Frühjahr dann eintreten wird, wenn sich Schlechtwetterperioden ergeben. (Mai, siehe Klimagraphiken). Diese lassen sich auch in der Schlüpfkurve wiedererkennen. Es tritt dadurch eine Verschiebung in der Eiablage ein und demgemäß kann ein Teil der Larven, auch bei günstigen Witterungsverhältnissen im Sommer, nicht mehr im gleichen Jahr den Käfern liefern. Es ist dies natürlich auch von dem Zeitpunkt der Schlechtwetterperiode im Frühjahr abhängig.

Neben diesen beiden Ursachen ist aber noch eine dritte zu verzeichnen. Je nach den Bestandesverhältnissen, der Exposition, dem Kronenschluß, also je nach dem Bestandesklima wird in den verschiedenen Waldstrecken eines Wirtschaftsganzen in den einzelnen Stämmen und Stammteilen eine verschiedene Kambialtemperatur auftreten. Demnach werden auch bei optimalen Lufttemperaturen im Freiland und hoher Insolation, Kambialtemperaturen vorhanden sein, die zur Abwicklung einer doppelten Generation nicht mehr hinreichen. Der Vergleich der beiden letztangeführten Tabellen läßt dies und den Einfluß der Bestandesverhältnisse deutlich erkennen. In Abtg. 30 c lagen die Verhältnisse am Stamm selbst ganz anders als in Abtg. 31 e. In 30 c lagen im Januar 1928 geworfene Fichten vor, die von *T. fuscum* befallen waren. Der Bestand, 120jährig, 0,9 Fi, 0,1Lä + Wkie zeigte einen Kronenschluß von 0,9; die befallenen Fichten lagen innerhalb des Bestandes, durch eine Bestandeslücke (Hallimaschloch) kam auf einzelne Stämme die späte Nachmittagssonne. Der Befall zeigte hier ein ganz anderes Bild als in 31 e mit Kronenschluß 0,4. Hier in 30 c, wo die Beschattung sehr groß war, war der dichteste Befall an der Stammoberseite, schwächer an den beiden Seiten und am geringsten an der dem Boden aufliegenden Stammseite. Die NW-Seite war schwach, die SO-Seite stärker befallen. Zur doppelten Generation kam es praktisch nur bei den Tieren der Ober- und der SO-Seite; sonst wog die einfache Generation vor. Die beiden Waldstrecken sind etwa 600—700 Meter voneinander entfernt, eben, und in gleicher Höhenlage. Wir ersehen, daß die Verteilung des Befalles, die Befallsstärke der einzelnen Stammteile, und die Stammseite, die das Optimum bietet (wo eine doppelte Generation zustandekommen kann), abhängig ist vom Bestandesklima, das bei verschiedenen Kronenschlußgraden, verschiedener Holzartenmischung, verschiedener Exposition und verschiedener Bodenbeschaffenheit auch stets ein anderes ist. — Zum Beweis für die Bedeutung des Bestandesklimas sei noch ein Beispiel angeführt. In Abtg. 23, Waldteil Buchenschlucht, waren einige stehende, hallimaschkranken Fichten von *T. fuscum* befallen. Hier ergaben manche Stämme die Tiere im August—September, in manchen jedoch blieb es bei einfacher Generation! Es soll nun den Ursachen



nachgegangen werden. Der ganze Bestand setzt sich aus einzelnen Fichtenhorsten in Mischung mit Weißkiefer, Eiche, vereinzelt auch Ahorn und Rotbuche zusammen. (0,3 Fi, 0,3 Wkie, 0,3 Ei, 0,1 Aho + Rbu.) In diesem Fall handelte es sich um einen größeren Fichtenhorst mit wechselndem Kronenschluß. Der Befall war am oberen Hangteil der Schlucht an der NW-Seite der Stämme am stärksten; von unten nach oben an Dichte abnehmend. Die NW-Seite der Stämme des oberen Hangteiles wurde befallen, weil diese Stämme noch nicht im Schattenbereich der Gegenlehne standen und der Bestand hier auch recht räumig war. Hier im oberen Hangteil (Hang exponiert gegen OSO) kam es teilweise zu doppelter Generation. Anders in den Stämmen nahe der Sohle der Schlucht, wo der Schlußgrad 0,9 war. Hier war die Generation eine einfache, die Befalldichte überhaupt etwas geringer. Eine Bevorzugung einer besonderen Stammseite hatte hier — es handelte sich um stehende Fichten — nicht platzgegriffen. Die Ursache, daß es hier nur zu einfacher Generation kam, liegt in dem vollen Schatten; die Besonnung kommt nur den Baumgipfeln zu Gute und währt nur kurze Zeit des Tages. Die Lufttemperatur ist hier stets merklich geringer als in den auf der Ebene liegenden Beständen gleicher Beschaffenheit; nach der Schneeschmelze sind hier noch die letzten Schnee- und Eisreste, wenn in anderen Revierteilen schon die ersten Frühlingsblumen blühen; in den heißen Sommertagen wird diese kühle Schlucht vom Rehwild ganz besonders bevorzugt. Durch die Lage ist hier ein kühles Bestandesklima geschaffen; die Kambialtemperaturen waren hier bedeutend geringere als in den anderen Abteilungen. Die Entfernung der Abtg. 30 c von 23 beträgt etwa 800 m.

Der Umstand, daß es sich um stehende Fichten gehandelt hat, kann nicht dafür verantwortlich gemacht werden, daß die Kambialtemperatur unter dem zur doppelten Generation nötigen Optimum verblieb, da in den gleichfalls stehenden Fichten im oberen Hangteil doch zum Teil doppelte Generation zu Stande kam. Allerdings dürfte der, wenn auch durch den Hallimaschbefall gehemmte, und durch die physiologisch schädliche Tätigkeit der *Tetropium*-Larven unterbrochene Saftstrom eine Herabminderung der Kambialtemperatur unter den tödlichen Schwellenwert herbeiführen, da in stehenden tetropiumbefallenen Stämmen, auch wenn sie in voller Sonne standen, keine Todeszone festzustellen war (doch kommt es in solchen Stämmen bei entsprechenden Klimaverhältnissen zu doppelter Generation).

Auch im Revier Maissau (NÖ) kam es in den durchwegs stehenden, hallimaschkranken Fichten zu doppelter Generation. Hier handelte es sich unter anderem z. B. um die Abtg. Bauerngraben: IV. Altersklasse; 0,5 Weißkiefer, 0,3 Eiche, 0,2 Fichte; etwas räumig (176 fm am Hektar!). Kronenschluß sehr gelockert, teilweise unterbrochen. Hier waren die Nordseiten der Stämme am schwächsten befallen. Die Ursache liegt in der Lage, da der im Terrain eingeschnittene Bauerngraben von NO nach SW streicht.

Zu bemerken wäre, daß im Revier Manhartsberg, das schon etwas höhere Niederschläge hat und wo sich die Klimaverhältnisse einer alleinstehenden vorgeschobenen Erhebung zum Teil bemerkbar machen, dicht geschlossene, wenn auch hallimaschkrankte Bestandesstellen weniger angegangen wurden als lichter gestellte Bestände. Wo hier kranke Fichten auf Naßgallen stockten und dicht geschlossen waren, fand sich nur *Polygraphus poligraphus* allein. Auf den schweren Böden der dichteren Bestände im Revier Manhartsberg war die Generation eine einfache! *Tetropium* trat hier in beiden Revieren auch in Hölzern der II. und III. Alterklasse auf.

Aus allen diesen Tatsachen und Überlegungen ergibt sich die Generationsfrage, aber auch die Befallsdichte als eine Funktion der durch das Bestandesklima beeinflussten Kambialtemperatur. Bei der Verschiedenheit des Bestandesklimas im selben Wirtschaftsganzen, ist es natürlich, daß die Kambialtemperaturen unter verschiedenen Bestandesverhältnissen auch sehr verschiedenartig sein müssen. Es ist daher erklärlich, daß am selben Ort, in gleichen Jahr unter dem Zwang dieser Verhältnisse sowohl doppelte, wie einfache Generation zu Stande kommen.

Der Befall überhaupt, die Befalldichte wie auch die Entwicklungsgeschwindigkeit werden von dem Bestandesklima, der Bestandesverfassung, der Lage usw. beeinflusst. Die Entwicklungsgeschwindigkeit wird mit zunehmender Beschattung (abnehmender Temperatur), also mit zunehmendem Kronenschluß im allgemeinen vermindert; denn der Wald mäßigt die Temperaturextreme mit zunehmendem Schlußgrad, somit auch die Kambialtemperaturen. Einerseits werden wohl die Todeszonen höchster Kambialtemperaturen ausgeschaltet, andererseits aber auch die Entwicklungsmöglichkeit doppelter Generationen, wenn auch nicht immer ganz ausgeschaltet, so doch herabgemindert und zahlenmäßig beschränkt.

Eine besondere Rolle spielt, wie gezeigt wurde, das Licht im Wald für die Entwicklung der *Tetropium*-Arten. Im Wald wird ein Teil der wirksamen Strahlen durch das Kronendach zurückgehalten. Da bezüglich des Maximums der Absorption im Spektrum bei den verschiedenen Holzarten die Forschungsergebnisse auseinandergehen, soll hier auf diesen Punkt nicht näher eingegangen werden. Einen Fingerzeig geben vielleicht die relativen Lichtgenußminima einiger Standortspflanzen: *Oxalis*  $\frac{1}{10}$ , Heidelbeere  $\frac{1}{50}$  und Heide  $\frac{1}{10}$  (Rubner). So ist z. B. *Tetropium* in Mitteleuropa häufiger in *Oxalis*-Beständen, seltener auf geringeren Bodenverhältnissen, in Finnland aber am häufigsten z. B. auf Bruchmoor; hier steigt also die Häufigkeit mit abnehmender Bodengüte im allgemeinen.

Mit dem Grad der Beschattung nimmt natürlich die Strahlungswärme ab, der Windschutz aber zu, es entsteht das „ruhige neutrale Wärme-gleichgewicht“ Schuberts, das geringere Reizwirkung und geringere Verdunstung verursacht als das „aktive Wärmeklima“ im Freien oder an Bestandesrändern; und in diesem Sinn wird auf die Kambialtemperaturen eingewirkt. In der Nacht sinken durch die Ausstrahlung von Wärme

durch den Waldboden die Minima nicht so tief als im Freiland. Die entscheidenden Kambialtemperaturen sind also vollkommen vom Großklima und der Bestandesverfassung usw. abhängig. Die Temperaturschwankungen sind z. B. im Mittel in der Waldstation, Fichtenbestand, geringer als in der Feldstation: im Mai um  $3,2^{\circ}$ , Juni  $3,7^{\circ}$ , Juli  $4,11^{\circ}$ , August  $4,26^{\circ}$  C (nach Rubner). Bei den Lichtholzarten werden die Unterschiede natürlich geringer. Am Bestandesrand sind die Temperaturschwankungen größer, hier wird ein aktives Wärmeklima entstehen, das wie vorne bewiesen wurde, besonders auf das Insektenleben einwirkt (Abtg. 31e!). Da der Wald ein neutrales Wärmeklima mit geringerer Reizwirkung (keine Todeszonen im geschlossenen Bestand) erzeugt als es am Bestandesrand, im räumigen Bestand oder im Freiland mit ihrem aktiven Wärmeklima der Fall ist, so ist es auch erklärlich, daß *Tetropium* gerade in Trockengebieten bessere Standorte, wo der Kronenschluß dichter ist (*Oralis*), bevorzugt; in Finnland aber mit einem Juli-Mittel von nur  $16^{\circ}$  C (das auch nur für Südfinnland gilt), die räumigen Bestände der Bruch- und Reisermoore vorgezogen werden.

Die Waldluft ist stets feuchter mit zunehmendem Schlußgrad (z. B. im Fichtenbestand um  $5,4\%$  mehr als im Freiland), auch dies bewirkt, daß *Tetropium* sich in Trockengebieten oft etwas anders verhalten wird, als in Gebieten hoher Niederschläge. (Die relative Feuchtigkeit ist im Wald von März—August um  $10\%$  höher als im Freien; nach Ebermayer, für Bayern.)

Es wäre nun anzunehmen, daß in den regenreichen Hochlagen *Tetropium* mehr an die Bestandesränder wandern oder räumige Bestände vorziehen muß; dies stimmt aber nur bedingt; mit der vertikalen Erhebung steigern sich die Temperaturunterschiede zwischen Wald und Feld aber es wird mit zunehmender Höhe die Wirkung der Insolation eine stärkere. Weiter ist auch zu bedenken, daß der geschlossene Bestand in den Hochlagen nicht mit dem der Ebene in bezug auf die Wirkung des Kronenschlusses zu vergleichen ist, da neben der geringen Bestockungsdichte, die Lichtwirkung im Bestand selbst durch größeren Genuß an Vorderlicht<sup>1)</sup> steigt. Dadurch wird schon ein Ausgleich und eine Angleichung bezüglich der für *Tetropium* geeigneten Verhältnisse geschaffen. Deshalb auch das bereits erwähnte etwas abweichende Verhalten unter nördlichen Breitengraden mit ihrer geringeren Insolation.

Noch ein Umstand muß kurz erwähnt werden, die besonderen Niederschlagsverhältnisse im Wald, die von der Holzart abhängig sind. Insbesondere werden von den Fichtenkronen schwache Niederschläge (unter 5 mm) ganz zurückgehalten; wodurch wieder die Verdunstungskälte an der Rinde selbst herabgemindert wird. Im Hochgebirge spielt wieder der

<sup>1)</sup> Die Größe des Vorderlichtes ist natürlich wieder nach der Exposition verschieden, z. B. für Wien N : S : O : W = 1,00 : 3,30 : 2,32 : 2,25.

Nebel und die Kondensation an Stamm, Ästen und Zweigen eine Rolle, die im abkühlenden Sinn wirkt, also eine Hemmung der Entwicklungsgeschwindigkeit bedeutet.

Von all diesen Umständen, die nur kurz gestreift werden konnten, wird in den verschiedenen Gebieten *Tetropium* und sein Entwicklungsgang beeinflusst werden. Es ist eine ganze Summe von Teilkräften, die bestimmend und richtunggebend einwirken.

Jede Insektenart bevorzugt und benötigt einen bestimmten Zustand dieser Teilkräfte, eine ganz bestimmte Summenwirkung, wird sich daher in klimatisch gesonderten Gebieten auch abweichend verhalten. Die Schädlichkeit von *Tetropium* steigert sich daher auch in den Trockengebieten, wo die Generation doppelt werden kann — also außerhalb des natürlichen Vorkommens der Brutholzarten Fichte und Lärche!<sup>1)</sup>

Bezüglich unserer beiden Schädlinge *T. Gabrieli* und *T. fuscum* muß festgehalten werden, daß der erstere in den untersuchten Gebieten einen geringeren Schattengrad verträgt, als der letztere. Im allgemeinen ergibt sich praktisch, daß der Schadensgrad d. h. die Gefährlichkeit von *Tetropium* mit zunehmendem Schattengrad abnimmt, da damit auch die Entwicklungsgeschwindigkeit — das Zustandekommen einer doppelten Generation — herabgemindert wird.<sup>2)</sup> Die sich aus all diesen Feststellungen ergebenden praktischen, wirtschaftlichen Erwägungen finden in einem späteren Abschnitt Besprechung. Im allgemeinen sind unsere Schädlinge an einen bestimmten Bestandescharakter  $\pm$  gebunden, die einzelnen Ursachen fanden bereits Behandlung. Nun noch einige Worte über die sich daraus ergebenden Beziehungen unserer beiden Schädlinge zu den Waldtypen, soweit in Mitteleuropa diese Bezeichnung gebraucht werden kann. Im allgemeinen fand sich *Tetropium* in den untersuchten Gebieten am häufigsten in Beständen mit Oxalis und Maiglöckchen, je ärmer der Boden wurde, desto seltener wurde er im allgemeinen. — Die Lage aber kann, besonders außerhalb des natürlichen Vorkommens der Holzart, Verschiebungen bedingen! Ähnlich verhält sich *Polygraphus polygraphus*. Ein umgekehrtes Verhalten konnte bei *Acanthocinus aedilis* festgestellt werden, auf Calluna, Myrtillus häufig, wird er mit zunehmender Bodengüte seltener. Es ergibt sich hieraus, das die Schädlingsfolge auch in einen Zusammenhang mit der Standortgüte gebracht werden kann (die ihrerseits, natürlich indirekt, auch das Bestandesklima beeinflusst). Es wäre daher möglich, für bestimmte Bestandestypen ähnlich den Leitpflanzen für begrenzte Gebiete auch Leitinsekten nach Häufigkeit und Vorkommen überhaupt festzulegen. Eine Aufgabe, der gerecht zu werden, nur durch Zusammenarbeit von

<sup>1)</sup> Hier mag erwähnt werden, daß z. B. *Ips cembrae* Heer dort primär wird, dort zu doppelter Generation schreitet, wo er hohe Wärmesummen findet, außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Lärche!

<sup>2)</sup> Bei *I. cembrae* steigt z. B. die Schädlichkeit mit dem Lichtgrad; bei *P. polygraphus* wird sie geringer.

Waldstationen in verschiedenen Klimagebieten möglich wäre. *Oxalis*, Maiglöckchen und zum Teil auch *Myrtillus*-Typen werden von Insekten mit niedrigen tödlichen Kambialtemperaturen, *Calluna*, *Vaccinium vitis idaeae*, zum Teil auch *Myrtillus* von solchen mit höheren tödlichen Kambialtemperaturen bevorzugt werden. Selbstverständlich würden sich in Grenzgebieten Verschiebungen ergeben. Solche Verschiebungen ergeben sich für *Tetropium*, wie bereits erwähnt, in Finnland. Die Arbeit U. Saalas läßt erkennen, daß die Borkenkäferfauna Finnlands je nach dem Waldtyp bedeutend wechselt. (Ähnliche Ergebnisse hat man nach Cajander auch für die Vogelfauna gefunden)<sup>1)</sup> U. Saalas hat bei seinen Linienaufnahmen neben den Borkenkäfern auch die anderen auftretenden Coleopteren berücksichtigt. So ergibt sich für Finnland der größte Hundertsatz *Tetropium* befallener Stämme mit der größten Befalldichte für Bruchmoor, der geringste für *Oxalis*-*Myrtillustypus*; was mit den vorstehenden Überlegungen vollkommen in Einklang steht; da die Bruchmoorwälder jedenfalls verlichtet sind.

### Die Bedeutung des Kambialchemismus.

An die bei der Generationsfrage behandelte Bedeutung der Kambialtemperaturen sollen noch einige Betrachtungen angefügt werden, die mit den Verhältnissen der Kambialzone und ihren Auswirkungen in Zusammenhang stehen.

Jede Insektenart befällt ihren Brutbaum zu einem ganz bestimmten Zeitpunkt. Unsere *Tetropium*-Arten befallen ihre Brutbäume als erste Bewohner der Kambialzone, zumindest in den unteren Stammportionen; in den oberen Stammteilen ist es im stehenden *Polygraphus poligraphus*. Dem menschlichen Auge ist das Kränkeln der Fichte oft kaum kenntlich, der Hallimaschbefall noch auf die Wurzeln allein beschränkt, und schon erfolgt die Eiablage der *Tetropium*-Arten am stehenden grünen Stamm. Jede Holzart wird in ganz bestimmter Befallsfolge von ihren Schadinsekten, die den Stamm als Brutgelegenheit benutzen, angegangen. Diese Befallsfolge ist — wenn wir hier nur die Kambialzone betrachten — eine Funktion des jeweiligen chemischen Zersetzungs- bzw. Abbauzustandes der Kambialzone. Ausnahmen ergeben sich z. B. bei *Ips typographus* L. oder *I. cembrae*, wenn diese bei Übervermehrung infolge Mangels an kränkelndem (bzw. liegenden) Brutmaterial primär werden. Jede Insektenart befällt nun unter normalen Verhältnissen ihre Holzart in einem ganz bestimmten Zeitpunkt der chemischen Zersetzung der Kambialzone, in dem Zeitpunkt, der für die Brut die besten Ernährungs- und sonstigen

<sup>1)</sup> Auch Pilzvorkommen wechselt mit dem Waldtypus, so ist z. B. der Pilz *Phacidium infestans* Karst. in Kiefernjugenden auf Brandflächen, Heidelbeere am häufigsten, auf Flechtentypus am seltensten; was mit der Feuchtigkeit zusammenhängen mag (Aaltonen).

Existenzbedingungen bietet.<sup>1)</sup> Dieser Zeitpunkt steht in engem Zusammenhang mit den biologischen Eigenheiten, so der Entwicklungsgeschwindigkeit der *Tetropium*-Arten. Der chemische Abbau muß ein ganz bestimmtes Stadium erreicht haben, wenn die Eiablage unserer *Tetropium*-Arten erfolgt, oder z. B. das Einbohren der Ipiden, es ist dies der Zeitpunkt des „fängisch“werdens der kranken Bäume bzw. der Fangbäume; der Zeitpunkt der Eignung zur Entwicklung der Brut.

Es muß und kann mit Recht angenommen werden, daß in jedem einzelnen Zeitabschnitt des Zerfalles, beginnend vom ersten Tag der Fällung bzw. von einem bestimmten Erkrankungszustand, die ständige Zerfallsfolge der Stoffe der Kambialzone eine sich entsprechend ständig ändernde, für jeden Zeitabschnitt typische, Geruchsfolge (Exhalation) bedingt. So konnte ich in den Exhalationen der im Zerfall — bei *Typographus*-Befall befindlichen Fichtenkambialzonen sehr viel Ammoniak nachweisen. Die einzelnen Abschnitte der Ammoniakgärung scheinen bei der Anlockung eine wesentliche Rolle zu spielen.

Wie bereits erwähnt, findet jede Art zu einem ganz bestimmten Zerfallszeitpunkt die besten Entwicklungsbedingungen. Am Beginn dieses Zeitpunktes, dem ein typischer Geruch entsprechen wird, findet, gelockt von dem hochentwickelten Geruchssinn der Insekten, die zum Teil Geruchsspezialisten sind, der Anflug bzw. die Eiablage statt.<sup>2)</sup>

Die *Tetropium*-Arten gehören zu den ersten Bewohnern der Kambialzone; schon am Beginn des Abbaues der Stoffe der Kambialzone erfolgt der Befall, die Eiablage; da das Larvenleben dieser Böcke sich größtenteils in der Kambialzone abwickelt und unter Umständen lang währen muß, muß der Zeitpunkt des Befalles, im Verhältnis zum Fortschreiten des Zerfalles der Kambialzone, ein früherer sein, da sonst nicht mehr die optimalen bzw. günstigen Entwicklungsbedingungen (Nahrung) vorliegen würden. Daraus erklärt sich auch das Verhalten gegenüber dem Bestandeklima. Da der Chemismus der Kambialzone auch von der Temperatur beeinflusst wird, erfolgt dem Geruch nach bereits beim Befall die

<sup>1)</sup> Auch bei der menschlichen und tierischen Leiche, wie bei der Baumleiche, bedingt die Zersetzungsfolge eine Folge verschiedener Bewohner. Bei der menschlichen und tierischen Leiche ist sie nach Francé etwa folgende: als erste stellen sich Nematoden ein, dann Fliegen (*Musca domestica*, *Cyrtoneura stabulans*, *Calliphora vomitoria*), *Anthomyia*-Arten, dann *Lucilia* und *Sarcophaga*, von Käfern *Rhizophagus* und *Philonotus ebeninus*. Mit der Buttersäuregärung des Fettes treten auf *Dermestes lardarius* und *Aglossa*-Raupen (Käfer und Motten). Mit der Käsegärung der Eiweißstoffe die Fliege *Pygospila casea*, *P. petasianus*, *Anthomyia*-Arten, Käfer (*Necrobia*). Mit der ammoniakalischen Gärung kommen *Phora*-Arten, dann *Necrophorus*, *Sulpha*, *Hister*. Der letzten flüssigen Reste bemächtigen sich Milben (*Gamasiden*, *Sarcoptiden*, *Tyroglyphus siro*). Am trockenen Leichenresten leben *Anthrenus museorum* und die Pelzmotte (*Tinea pellionella*, *T. biselliella*). Die allerletzten Käfer sind *Tenebrio obscurus* und *Plinus brunneus* (Francé).

<sup>2)</sup> Auch bei Parasiten spielt die Duftwirkung eine bedeutende Rolle. Für *Habrobracon* hat Hase nachgewiesen, daß der Stechakt durch Duftwirkungen die vom Wirtstier ausgehen, ausgelöst wird.

typische Auslese der Stämme und Stammteile für die Ablage der Eier, wie sie (entsprechend der Befallsdichte) für unsere beiden Bockkäfer bereits besprochen worden ist. Die spezifische Auswahl konnte auch in Abteilung 31 e gut beobachtet werden, wo *Tetropium* die N-, NW- und Unterseite, *Ips cembrae* Heer die Oberseite der Stämme inne hatte. (*Ips cembrae* bevorzugte stets Südränder.)

Die reaktionsauslösende Ursache ist die Duftwirkung des Kambialchemismus, die klimatischen Verhältnisse sind die beeinflussenden Momente, die ihrerseits allerdings zum Hauptmoment werden. Unter verschiedenen Temperaturverhältnissen usf. wird der für unsere beiden Arten geeignete Zeitpunkt des Zerfalles zeitlich verschieden eintreten, d. h. der Abbau, die chemischen Reaktionen in der Kambialzone, werden zeitlich von der Temperatur beeinflusst. Somit wird unter verschiedenem Bestandesklima usf. der Zerfall zeitlich verschieden ablaufen, die Duftwirkung und in weiterer Folge der Anflug und die Eiablage zeitlich verschieden eintreten. So kann von zwei gleichzeitig gefällten Stämmen, von denen der eine in einem Bestand mit Kronenschluß 0,4 liegt, der andere in einem solchen mit 0,9, der erstere früher fängisch und befallen werden als der letztere.

Die Wirkung auf den Käfer kann folgend dargelegt werden. Im Weibchen wird nach der Begattung durch den physiologischen Vorgang der Reifung der Eier ein Reiz ausgelöst der seinerseits den Trieb, die Eier abzulegen, bedingt. Das Weibchen begegnet auf einer dem Trieb entsprechenden Suche, dem geeigneten Geruch, den es als zur Eiablage geeignet wiedererkennt (Geruchsspezialisierung) und begibt sich nun instinktiv bzw. reflektiv an diesen Stamm.

Der „Zufall“ der Eiablage an anderer als der angestammten Holzart darf auch damit erklärt werden. Unter vielen in einem z. B. ungeeigneten Zersetzungszustand befindlichen Stämmen der angestammten Holzart, die daher ungeeigneten Geruch besitzen, den das Weibchen als Geruchsspezialist kaum aufnehmen dürfte, ist ein Stamm einer anderen Holzart, der sich in einem Zerfallszustand befindet, dessen Geruch dem Geruch der Stammholzart „geeignet“ sehr nahe kommt, der das Wiedererkennen auslöst und zur Instinkthandlung, der Eiablage an dieser Holzart führt.<sup>1)</sup>

Hiermit kann auch der Befall ganz bestimmter Stämme und das Freibleiben dicht daneben liegender Stämme, wie es häufig zu beobachten ist, Erklärung finden.

Die nähere Erfassung der Ursachen und weitere Behandlung dieses Themas, soll zu einem späteren Zeitpunkt versucht werden. Jedenfalls dürfte es sich im Zeitpunkt der Ammoniakalischen Gärung bei den anlockenden Duftwirkungen — wenigstens bis zum Zeitpunkt der völligen

<sup>1)</sup> So fand ich 1928 *Ips acuminatus* trotz zahlreich vorhandener liegender Kiefern, in einer Waldstrecke nur an Fichte. Auch das Fraßbild wies einige Abweichungen auf. Hierüber soll a. a. O. berichtet werden.

Vertrocknung der Kambialzone — vorzüglich um Abbau der Proteine handeln. Die anlockenden Gerüche dürften Geruchsgemische mit jeweils typischen Aminen als Leitgeruch sein.

Es ist somit auch erklärlich, daß bereits bei der Ablage der Eier die Zonen höchster Temperaturen, (siehe die vorn angeführten Tabellen) also Zonen weiter fortgeschrittenen Kambialzerfalles, von der Eiablage in der Regel ausgenommen, oder nur sehr spärlich bedacht werden; insbesondere von Tieren, deren Larven einen  $\pm$  längeren Entwicklungszeitraum benötigen, wie eben unsere *Tetropium*-Arten. Im Stamm selbst tritt, je nach Lage und Rindenbeschaffenheit usf., mit dem Temperaturgefälle, ein Zerfallsgefälle und ein Geruchsgefälle, dem auch ein Nahrungsgefälle entspricht, in der Längs- wie in der Umfangrichtung auf; dementsprechend erfolgt die Befalldichte durch *Tetropium* und der Befall durch verschiedene Arten von Schädlingen.

Das bei den *Tetropium*-Arten beobachtete und vorn geschilderte Verhalten bei der Eiablage, spricht für eine genaue Prüfung des Nahgeruches; besonders die heftige Bewegung der Fühler, die erst beim Legeakt zu relativer Ruhe kommen.

Vielen Insekten entspricht nur der Kambialzustand einer bestimmten Holzart. So ist *T. Gabrieli* auf die Lärche, *T. fuscum* auf die Fichte spezialisiert.

Zum Schlusse dieses Abschnittes möge noch die Frage des Wiedererkennens des zur Ablage der Eier geeigneten Geruchs der Kambialzone erörtert werden. Es darf angenommen werden, daß die in dem Larvenleben, vielleicht auch in den Vorfahren durchlebten Geruchsstoffe, insofern sie sich auf die Duftstoffe der Nahrungs- und Entwicklungsquelle beziehen bei den Insekten bedeutend mehr ins Oberbewußtsein treten als bei anderen Lebewesen.<sup>1)</sup> Folgender Versuch mag als Beweis angeführt werden. Im August 1928 wurden eben aus Lärchen geschlüpften *T. Gabrieli* Käfern in einem Zuchtgefäß gleichalte Lärchen und Fichtenstücke vorgelegt. Bei der alsbald einsetzenden Eiablage wurden die Eier nur an den Lärchenstücken (an den Fichtenstücken fand sich ein Ei) abgelegt. Für die obige Annahme spricht auch der Satz Hopkins „.... species which breeds in two or more hosts will prefer to continue to breed in the host to which it has become adapted“; sie bestätigt auch der Satz Craigheads: „In allen Fällen bevorzugen praktisch die Imagos diejenige Holzart, in welcher sie die Larvenentwicklung durchgemacht haben, sofern sie nicht durch ungünstigen Saftzustand oder andere äußere Faktoren abgehalten wurden.“ Ein Versuch in gleicher Weise mit *T. Gabrieli* aus Fichte ergab etwa  $\frac{2}{3}$  der Eier an Fichte,  $\frac{1}{3}$  an Lärche abgelegt.

Im allgemeinen aber ist in den untersuchten Gebieten *Gabrieli* typisch für Lärche, *fuscum* typisch für Fichte!

<sup>1)</sup> Auch beim Menschen wird ja von manchen Seiten eine gewisse Wiedererinnerungsmöglichkeit angenommen, die aber durch die Art und Form des menschlichen Lebens bedingt, stark in die Tiefen des Unterbewußtseins zurückgedrängt ist.



## 9. Die wirtschaftliche Bedeutung der beiden *Tetropium*-Arten.

Die wirtschaftliche Bedeutung der beiden *Tetropium*-Arten kann, insbesondere in Ansehung ihrer physiologischen Schädlichkeit nur im Zusammenhang mit den standörtlichen Ansprüchen der von ihnen befallenen Holzarten besprochen werden, und zwar deshalb, weil alle jene Umstände, welche die Fichte oder die Lärche beeinträchtigen und zu Erkrankungen dieser Holzarten führen, dadurch die Disposition für den Befall durch die beiden *Tetropium*-Arten schaffen. Der Umstand, daß *Tetropium* stehende, durch andere Ursachen kränkelnde Stämme noch im Grünen mit besonderer Vorliebe befällt, stempelt ihn, abgesehen von seiner technischen Schädlichkeit zu einem unserer physiologisch schädlichsten Cerambyciden. Es soll daher vorerst auch die physiologische Schädlichkeit einer näheren Betrachtung unterworfen werden; hierbei müssen die beiden Arten naturgemäß eine gesonderte Besprechung erfahren.

*Tetropium Gabrieli* ist besonders dort häufig, wo sich die Lärche außerhalb ihres natürlichen Vorkommens vorfindet, hingegen scheint er in den Alpen seltener zu sein.

Während für die Fichte zahlreiche primäre Ursachen vorzüglich standörtlicher und damit auch mykologischer Natur für die Disposition zum Befall durch *Tetropium* in den untersuchten Gebieten namhaft gemacht werden können, konnten bei der Lärche in den vorliegenden Fällen wohl Ursachen des Standortes nicht aber pilzlicher Natur festgestellt werden, die die Disposition für den Befall schufen. Im allgemeinen hatte die Lärche weniger durch *T. Gabrieli* zu leiden, als die Fichte unter *T. fuscum*. Für Slavetic kann dies damit begründet werden, daß nur vereinzelte Lärchen (auch in der Trockenperiode) kümmernten, was bei der hier keinesfalls heimischen Lärche damit erklärt werden kann, daß das relativ hohe Grundwasser in Trockenperioden noch der Lärche, aber nicht mehr der flachwurzelnden Fichte zu Gute kommt. (In Slavetic beträgt die jährliche Regenmenge 500 mm, in der Heimat der Lärche 700—1000 mm.) Die vereinzelten kränkelnden Lärchen stockten auf Geröll und Geschiebeschichten. Daß hier der Lärchenkrebs, der sonst die Vorbedingung für den *Tetropium*-Befall bilden dürfte, nicht auftritt, ist auf die enge und dichte Jahrringbildung des Lärchenholzes zurückzuführen, wie auch auf den Mangel an feuchter stagnierender Luft.<sup>1)</sup> Im vorderen Wienerwald, wo die Lärche schwammiges, weitringiges Holz bildet, spielt der Lärchenkrebs eine sehr große Rolle. Auch in Schlesien ist er vorzüglich dort aufgetreten, wo die Lärche künstlich auf ungeeignetem Standort eingebracht wurde. — Als Beweis für die Nichtursprünglichkeit der Lärche im südlichen Mähren kann eben das häufigere Auftreten

<sup>1)</sup> Disposition für den Lärchenkrebs *Dasytypha Willkommi* R. Hartig ist: feuchte stagnierende Luft, milde Witterung während der Vegetationsperiode, Hemmung der Transpiration der Lärche, Mangel an Luftbewegung.

des *T. Gabrieli* angeführt werden, wie auch das anderer Schadinsekten, die in der Heimat der Lärche eine untergeordnete Rolle spielen, hier aber an Bedeutung gewinnen. So bildet *Ips cembrae* Heer. hier doppelte Generation und wird primär; bezeichnend ist, daß sich das Auftreten dieses Schädlings vorzüglich auf Südrändern auswirkt; während er an Nordexpositionen wo sich die Lärche wohler fühlt, seltener wird. *Argyresthia laevigatella*, die in den Alpen eine untergeordnete Rolle spielt, tritt hier auch an Lärchen der letzten Altersklasse auf und zwar so stark, daß der äußere Kronenmantel durch den dichten Befall gelb erschien, da die Triebspitzen abgestorben waren. Auch die Lärchenminiermotte und *Perrisia Kellneri* sind hier und in Maissau häufig. Auch ist mir bekannt, daß das Saatgut seinerzeit von Tirol bezogen wurde. Diese Daten sollten nur zum Beweis dafür, daß die Lärche hier nie heimisch war, vorausgeschickt werden.

Der Befall der Lärche durch *Tetropium* ist im Schrifttum vorzüglich aus Gegenden außerhalb ihres natürlichen Vorkommens gemeldet. Im Schrifttum liegen jedoch auch Berichte vor, nach denen *Tetropium* stehende „gesunde“ Lärchen befallen habe und zwar handelte es sich um die Spielform *fulcratum* Fabr., diese hatte 1884/85 im Spessart 30 bis 40jährige „gesunde“ Lärchen von oben bis unten befallen und getötet. (Heß-Beck.) Es sei erlaubt, an der Mitteilung „gesund“ zu zweifeln. Bei allen meinen Beobachtungen war es durchweg kränkeldes Lärchenmaterial, das befallen wurde, allerdings in einem Stadium, in dem es äußerlich noch „gesund“ aussah, bei genauer Untersuchung konnte aber stets festgestellt werden, daß diese Stämme auf Schotterschichten unter Feuchtigkeitsmangel zu leiden hatten oder größere äußere Verletzungen aufwiesen oder durch starken Befall von *Coleophora larivella* und *Argyresthia laevigatella* gelitten hatten.

In dem Untersuchungsgebiet waren es auch standörtliche Verhältnisse, welche die Disposition für den Befall durch *T. Gabrieli* geschaffen hatten. Auf Schotterschichten stockende Lärchen, wo in Trockenjahren das Grundwasser kaum mehr für die Versorgung in Frage kam, begannen zu kränkeln, äußerlich kaum noch kenntlich, doch mußte sich der Kambialzustand bereits geändert haben. — Da setzte nun die physiologische Schädlichkeit von *Tetropium* ein. Manche trockniskranke Lärche könnte noch einige Jahre Zuwachs leisten, wird aber durch *T. Gabrieli* zum Absterben gebracht. — Ist wenig geeignetes stehendes Material vorhanden, so wird das liegende befallen; Windwürfe wurden bevorzugt.

Hieraus erhellt, daß die physiologische Schädlichkeit mit der Entfernung der Lärche von ihrer standörtlichen Heimat steigt, da die Tiere mehr geeignetes Material vorfinden, aber auch optimale Entwicklungsbedingungen! Das künstliche Anbauggebiet der Lärche ist demnach in dre Regel durch den Lärchenkrebs und durch besonderes Verhalten von

*T. Gabrieli*, *Ips cembrae*, *A. laevigatella*, vermehrte Häufigkeit von *Colophora laricella* und *Perrisia Kellneri* gekennzeichnet, — eine Kette, in der sich naturgemäß ein Glied in das andere fügt, da beobachtet wurde, daß besonders durch die beiden Motten noch weiter geschwächte Lärchen von *T. Gabrieli* angegangen wurden!

*Tetropium fuscum* spielt rücksichtlich seines physiologischen Schadens an der Fichte eine bedeutende Rolle. — Bei der Fichte sind es verschiedene Ursachen, welche die Disposition für den *Tetropium*-Befall herbeiführen, alle jedoch haben die Ursache ihres eigenen Zustandekommens im Mangel irgend eines oder mehrerer standörtlicher Hauptfaktoren begründet. Aus diesem Grunde müssen noch einige kurze Betrachtungen über das für die Fichte keineswegs als geeignet zu bezeichnende Klima der Untersuchungsgebiete vorausgeschickt werden. In Slavetic schwanken die Grenzen, in der sich die Jahresmengen des Niederschlages bewegen, etwa zwischen 123 % und 75 % (!) des zwanzigjährigen Mittels von 522 mm. Es liegt am Nordrand des regenärmsten Gebietes von Mähren, wo die regenarme Zone des niederösterreichischen Viertels unter dem Manhartsberg nach Mähren übergreift, die Hann in seiner Klimatographie von Niederösterreich „vielleicht das trockenste Gebiet Österreich-Ungarns“ nennt. Das Fortkommen der Fichte wird durch hohes Grundwasser ermöglicht, das aber in Trockenjahren der flachwurzelnenden Fichte nicht mehr zuzukommen scheint! Maissau, das eine regenarme Insel von 500 mm in dem Gebiet von 600 mm Niederschlag bildet, hat die gleichen Verhältnisse, nur niedrigeren Grundwasserstand.

Wie bereits aus diesen Klimazahlen ersichtlich ist, befindet sich die Fichte in beiden Gebieten außerhalb ihres natürlichen Vorkommens; in Gebieten, wo Trockenperioden eine große Rolle spielen. Daß gerade Trockenperioden für die Fichte verderblich wirken, ist bekannt. So hat Wiedemann nachgewiesen, daß gerade die Trockenperioden dem Vordringen der Fichte in die Ebene im Norden Halt geboten haben. Die Fichtengrenze fällt im allgemeinen mit der 600 mm — Niederschlagskurve zusammen (siehe Nonnenübervermehrung) — bei günstigen Grundwasserverhältnisse kommt auch die Fichte in diesen Gebieten gut fort. Aber gerade in Trockenperioden versagt oft die Zufuhr von Seite des Grundwassers. Jetzt äußern sich verschiedene Krankheitserscheinungen. — Nach Vater sind alle Gebiete, die kein Niederschlagsmaxima in der Zeit von Mai bis August von 600 mm haben, keine Fichtenstandorte. Ihr Fehlen im Prager und Brünner Becken — wo sie erst künstlich eingebracht wurde — bezeugt ihre Feuchtigkeitsansprüche. (Rubner.)

Im Gebirge und im Norden — in ihrer Heimat — hat die Fichte oft nur eine Vegetationszeit von wenig mehr als zwei Monaten zur Verfügung, in milden Klimaten der Ebene oft fast sechs Monate! Das bedingt aber für die Heimat in der Regel engringiges, für milde Klimatalagen weitringiges, pilzlicher Infektion sehr zugängliches Holz. Nach Rubner

sollen für den Fichtenbau Gegenden mit zu kurzer Vegetationsruhe vermieden werden!

Maissau war seinerzeit mit Laubhölzern bestockt, in Slavietic war neben Eiche und Buche die Weißkiefer bestandesbildend (laut alter Kartenwerke).

In beiden Gebieten sind schon durch die Trockenheit die Vorbedingungen für den Hallimasch gegeben. (In manchen Revierteilen in Maissau noch durch die knapp vorgehende Laubholzbestockung unterstützt.) Während nun die Fichte in Trockenjahren innerhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebietes kaum unter der Trockenheit zu leiden hat, weil hier im Optimum auch in Trockenjahren die Niederschlagsmengen noch immer für den Wasserhaushalt dieser Holzart hinreichend sind, ändert sich das Bild völlig im künstlichen Verbreitungsgebiet der Fichte, wo geringe Niederschlagsmengen und hohe Wärmesummen auftreten. Hier genügen die an und für sich geringen Niederschlagsmengen im Trockenjahr nicht mehr den Ansprüchen der Fichte, sie wird „hitzekrank“; nun treten verschiedene Folgeerscheinungen ein. Als eine der ersten ist die bedeutend erhöhte Anfälligkeit gegen den Hallimasch festzustellen. Tatsächlich wurde in den vorliegenden Gebieten der Hallimaschbefall in den Trockenjahren stetig häufiger und zwar nicht nur in den letzten Altersklassen, sondern auch in Stangenhölzern. In weiterer Folge macht sich auch ein Schütterwerden der Benadelung, eine Verlichtung der Krone bemerkbar. Diese Stämme sind es nun, an denen *T. fuscum* in seine Rechte tritt; fuscum befällt dort, wo solches stehendes noch grünes Brutmaterial vorliegt, ausschließlich dieses. Hier tritt nun der physiologische Schaden in den Vordergrund. Es konnte festgestellt werden, daß auch noch ganz am Beginn des Hallimaschbefalls stehende Fichten (bevor noch das Mycel am Wurzelanlauf emporsteigt, und man noch ein gut Stück der Wurzel freilegen muß, um auf das Mycel zu stoßen), schon von *T. fuscum* befallen wurden. Bei dichtem Befall stirbt der Stamm gleich im ersten Jahr ab. Ist die Befallsdichte — bei Stämmen der letzten Altersklasse im ersten Befallsjahr eine geringe, so behält die Benadelung noch im zweiten Jahr ihre grüne Farbe und erst neuerlicher Befall durch *T. fuscum* bringt den Stamm zum Absterben. Manche dieser Hallimaschstämme deren Pilzbefall noch gar nicht merkbar ist, könnten noch einige Jahre Zuwachs leisten, bevor sie durch den Pilz allein eingingen. In Trockenjahren, in denen der Pilz stärker auftritt, die Fichte hitzekrank wird, *Tetropium* optimale Entwicklungsbedingungen findet, wird durch diesen Käfer ganz besonders gründliche Arbeit geleistet. Allerdings spielt *Tetropium*, da er stets in irgend einer Weise kränkendes Material befällt, als Glied des großen Naturhaushaltes, von diesem Standpunkt aus, eine gewisse erste Sanitätspolizei.

Neben dem Hallimasch ist es auch, und gar nicht selten, *Trametes radiciperda* Hartig (*Polyporus annosus* F.), der in den untersuchten Ge-

bieten dem Befall durch *T. fuscum* vorausgeht. Das Hinzutreten von *T. fuscum* beschleunigt nur das Absterben solcher Stämme. Auch beim Auftreten der Rotfäule handelt es sich um Standorte, die der Fichte nicht zusagen oder auch um waldbauliche oder bestandespflegliche Fehler bezw. Unterlassungen. Nach Münch gedeiht dieser Pilz um so besser, „je größer die lichte Weite der Zellen, je schmaler die Zellwand ist“. Also in einem Fichtenholz wie wir es nicht erziehen wollen; denn das Maximum der technischen Güte des Fichtenholzes liegt nach den Untersuchungen Jankas bei 1 mm — Jahrringbreite. Es wird von diesem Pilz vorzüglich leichtes, schwammiges, luftreiches und wasserarmes Gewebe angegangen, in erster Linie der Kern. Aber auch in manchen Fällen der Splint. Dieser wird dann wasserarm sein, wenn sich bei den — unter sehr mildem Klima besonders in der Jugend — schwammig erwachsenen Fichten Trockenperioden einstellen, Transpiration und Wasserversorgung sich nicht mehr die Wage halten können. Daraus kann neben anderen noch zu erörternden Umständen das häufige Rotfaulwerden von Fichten in Trockengebieten, wie die der vorliegenden Forste, nicht nur in der letzten, sondern auch in der II. und III. Altersklasse und das gehäufte *Tetropium*-Auftreten Erklärung finden. Im Gebirge findet man *T. fuscum* mehr auf die letzte Altersklasse beschränkt, in Hölzern, deren Splint schon durch das physiologische Altern wasserärmer wird. Man hat im Gebirge auch die Erfahrung gewonnen, daß die Fichte im Plenterwald gegen die Rotfäule nahezu unempfindlich ist, dagegen in Beständen, die aus dem Kahlschlagsbetrieb hervorgegangen und deren Stämme wenigstens in der Jugend breitringig erwachsen sind, manchmal schon in der II. und III. Altersklasse Rotfäule zeigen.

Es ergeben sich hier also neben den als bedingendes Moment auftretenden Standortsfaktoren neben der Gefahr, welche die Einbringung der Fichte außerhalb ihres natürlichen Vorkommens und in den Grenzgebieten desselben mit sich bringt, noch wirtschaftliche Momente, welche dispositionsschaffend sind. Der Kahlschlag kann im natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte ähnliche Erscheinungen hervorrufen, wie sie auf Standorten, die dieser Holzart nicht entsprechen, auftreten. Hier kann die vorbeugende Maßregel einsetzen, um wenig pilzanfälliges und damit wenig *Tetropium*-anfälliges Material zu erziehen.

Ein weiterer Weg, geringanfällige Fichtenbestände zu erziehen, liegt in der Bestandesbegründung durch Mischbestände und in der Bestandespflege, vorzüglich in der entsprechenden Durchforstung.

Der Boden des nicht oder ungenügend durchforsteten Fichtenbestandes hat eine mehr der sauren Seite zuneigende Wasserstoffionenkonzentration als der des regelrecht durchforsteten; mit der Durchforstung verschiebt sich das  $p_h$  nach der alkalischen Seite. Nun liegen aber die günstigen Werte für das Wachstum des Rotfäulepilzes (*P. radiciperda*) wahrscheinlich auch für den Hallimasch auf der sauren Seite. Für

*Polyporus radiciperda* ist der günstigste Wert in Reinkulturen des Pilzes  $\text{ph } 4-4,5!$  (nach Weiß und Nielsen). Das entspricht etwa dem Säuregrad (Azidität) eines Rohhumus!<sup>1)</sup> Es stimmt dies auch mit den tatsächlichen Verhältnissen, wie wir sie in den Gebieten unserer Untersuchungen vorfanden. Je dichter die Bestände sind, desto häufiger treten diese beiden Pilze auf. Sie sind aber auch um so häufiger, je mehr unabgebaute Streu dem Boden auflagert. (Maissau! Slavetic). Wir kennen unter anderem nun zwei Ursachen von Trockentorfbildung; die eine entsteht durch zu hohe Feuchtigkeit (Hochgebirge, Durchforstungen!) die andere durch zu große Trockenheit (Trockenperioden in Trockengebieten.)<sup>2)</sup> Das Bakterienleben im Boden wird herabgemindert; die Nitrifikation und das Leben der Fadenpilze gehemmt. Das biocönotische Gleichgewicht in der Lebewelt des Bodens, das Edaphon, wird ganz empfindlich gestört! Die Wasserstoffionenkonzentration im Boden verschiebt sich auf die saure Seite und dadurch werden günstige Entwicklungsbedingungen für die pathogenen Pilze, wie *T. radiciperda*, *A. melleus* geschaffen.

Es zeitigen also zwei verschiedene Ursachen, zu hohe und zu geringe Feuchtigkeit, in reinen Fichtenbeständen die gleichen Wirkungen. Die Gegenmaßnahmen ergeben sich nun von selbst: zeitgerechte, entsprechende Durchforstungen, intensive Bestandespflege von aller Jugend an; Beimischung anderer Holzarten, Vermeidung der Begründung reiner Fichtenbestände auch im natürlichen Verbreitungsgebiet der Fichte dort, wo die Niederschläge, die Wasserführung des Bodens zu hoch ist! Durch diese Maßnahmen schaffen wir gesunde Bestände, schalten die Vordisposition für den Pilzbefall und die Disposition für den *Tetropium*-Befall möglichst aus.

Wie aus den Ausführungen hervorgeht, sind wichtige Schutzmaßnahmen gegen *Tetropium* waldbaulicher Natur! Kurz gefaßt die richtige Einbringung der Holzart auf dem entsprechenden Standort, unbedingtes Vermeiden des reinen Fichtenanbaues außerhalb der Heimat der Fichte; wenn, dann nur Begründung in Mischung. Größte Vorsicht in den Grenzgebieten. Vorzügliche Anwendung der natürlichen Verjüngung auf kleinen Flächen unter Anwendung vieler Anhiebe! Vermeiden des Großschirmschlag und des Großkahlschlagbetriebes. Intensivste Bestandespflege!

In den Slavetiker Forsten hat sich der Übergang zu der vorzüglichen Anwendung des Ch. Wagnerschen Verfahrens mit einzelnen Modifikationen

<sup>1)</sup> *T. radiciperda* wurde auch an *Calluna* festgestellt!

<sup>2)</sup> Wiedemann führt das schlechte Gedeihen vieler Fichtenkulturen in Sachsen auf Stickstoffmangel infolge schlechter Humuszersetzung zurück; diese wird durch die sommerliche Trockenzeit verursacht, die den Humus kohlig werden läßt und dauernd schädigt, so daß auch spätere Durchfeuchtung den Schaden nicht wieder aufheben kann. Durch Erziehung reiner, dichter Fichtenbestände in Sachsen in den letzten 100 Jahren wurden ungünstige Zersetzungsbedingungen geschaffen und diese führten zu der waldfeindlichen Vertorfung und Vermoorung.

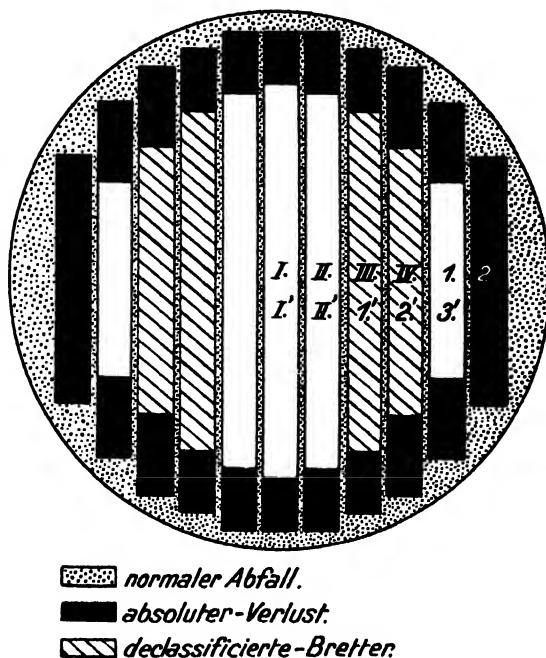
sehr gut bewährt. Diese Form der Bestandesbegründung schafft gleichzeitig Verhältnisse, unter denen es nicht zu optimaler Entwicklung von *Tetropium* kommt: Die Nord- und Süd-Verjüngungsrichtung des Hauptzuges, der N-, NO- oder NW-Anhieb bezweckt und erreicht eine Abwehr zu großer Besonnung und Abwehr der austrocknenden Winde, sowie bessere Regenzufuhr (mit Rücksicht auf die regenbringenden Winde). In Dürre-jahren ergeben sich da im allgemeinen weniger Abgänge. Ein Schutz gegen die Insolation von Osten wird durch verbleibende Schutzstreifen erzeugt. Die notwendige Mischung ist hier leicht durchzuführen. Im Hochgebirge ist man natürlich von örtlichen Verhältnissen abhängig; wo der NW-Wind zu fürchten ist, wird sich eine Abweichung durch Einhaltung eines NO-SW-Hiebsganges empfehlen. Von der regelmäßigen Form kann man sehr wohl abweichen und sich dem Terrain anpassen, in Mulden z. B. in Kreissegmentformen mit staffelweisem Vorwärtsschreiten.

Wir erreichen vom Standpunkt des Schutzes vor den *Tetropium*-Arten auf diese Weise ein Bestandesklima in den zu verjüngenden Flächen das den Gesundheitszustand in vorgehend erörtertem Sinn gewährleistet, die Anfälligkeit gegen Pilze herabmindert und damit in Zukunft geringe Brutmöglichkeiten für *Tetropium* bietet. In der Gegenwart aber auch noch die Ausschaltung von großen Südrändern, und damit eine Herabminderung der Gelegenheit von Brutstätten, wo es leicht zu doppelter Generation von *Tetropium* kommen kann. (Niedriger eiserner Bestand!)

Gemeinsam ist sowohl für *T. Gabrieli* wie *T. fuscum* die Art und Größe des technischen Schadens, der keineswegs unterschätzt werden darf. Die gesunde Larve legt ihre Puppenwiege bis zu 4 cm tief im Holzkörper an, beschränkt sich nicht auf die Splintgrenze, sondern geht in die Kernholzzone hinein. Diese technische Schädigung kann recht empfindliche Einbußen insbesondere dort, wo es sich um Sägebloche handelt, verursachen. Müssen doch die Forstwirtschaft und ihre Nebenbetriebe eine möglichst weitgehende Ausnützung des Materials anstreben, um den schwierigen wirtschaftlichen Verhältnissen Herr zu werden, wie auch um den natürlichen finanziellen Forderungen zu genügen. Durch den *Tetropium*-Befall sind oft viele Jahre Zuwachs einfach verloren.

Die Größe des technischen Schadens soll an einem Beispiel erörtert werden. Da unsere *Tetropium*-Arten vorzüglich in Hölzern der letzten Altersklasse und hier wieder in den unteren, starken Teilen brüten, die bei der Ausformung ins Sägeholz fallen, wird der Berechnung ein 30 cm starker und 4 m langer Sägebloch, von *Tetropium* stark befallen, zugrunde gelegt. Weiter wird davon ausgegangen, daß die Puppenwiegen gesunder Tiere bis 4 cm tief in den Holzkörper reichen.

Ein gesunder Sägebloch von den angeführten Ausmaßen ergibt: 7 Bretter Breitware und 4 Bretter Schmalware bei einer Brettstärke von 20 mm. Beim sparsamen und vorsichtigen Besäumen, wie es durchgeführt werden soll, entfällt der in der Abb. 11 punktierte Teil als

Abb. 11. Ausbeuteverlust bei Sälgeware durch *Tetropium*-Befall.

normaler Abfall. Durch die in den Holzkörper eingreifenden Puppenwiegen muß jedoch jederseits stärker besäumt werden; außerdem entfallen zwei Bretter Schmalware — in der Zeichnung mit Nr. 2 bezeichnet — gänzlich!

Die Größe des absoluten Verlustes (— in der Zeichnung für den Querschnitt mit tiefschwarzer Tusche kenntlich gemacht —) errechnet sich nun bei einem Preis von 100—105 S für Breitware und 80 S für Schmalware<sup>1)</sup> wie folgt:

$$\begin{aligned} 0,52 \times 4 \times 0,02 \times 105 &= 4,36 \text{ S absoluter Verlust an Breitware} \\ 0,46 \times 4 \times 0,02 \times 80 &= 2,94 \text{ S „ „ „ Schmalware} \\ \hline &7,30 \text{ S absoluter Verlust!} \end{aligned}$$

Aus einem gesunden Bloch obiger Ausmaße, der im Rundholz 0,28 fm kubiert, erhält man 0,20 fm Schnittware vom gesunden Bloch. Es ergibt sich dabei von 1 fm Schnittware ein absoluter Verlust von S 36,5. Bei den Schnittholzpreisen von 100—105 S bzw. 80 S je Festmeter liegt als Kaufpreis für das Rundholz durchschnittlich S 35 zugrunde. Kalkuliert man nun die für den absoluten Verlust sich bei dieser Stärkeklasse ergebende unnütze, verlorene Schnittarbeit, den Gewinnentgang in den Rundholzkaufris zurück, und bedenkt dabei, daß der sich ergebende Mehrabfall

<sup>1)</sup> Preise des Wiener Marktes.



nur minderwertiges Material (Spreisselholz) ergibt, so errechnet sich für den Festmeter Rundholz ein absoluter Verlust von S 26 also 74% des Kaufpreises.

Weiter ist noch zu berücksichtigen, daß ein gesunder Bloch von obigen Ausmaßen ergibt:

Breitware . . . . .	0,15 fm
Schmalware . . . . .	0,05 „
	<hr/>
	0,20 fm Schnittware.

Der von *Tetropium* stark befallene Bloch dagegen

Breitware . . . . .	0,051 fm
Schmalware . . . . .	0,072 „
	<hr/>
	0,123 fm Schnittware.

Es ergibt sich also auch noch ein Verlust an Breitware, indem diese in die Schmalware hinunterrückt. Demnach muß noch der Deklassifikationsverlust berücksichtigt werden. Betrachten wir die Zeichnung, so sehen wir, daß die Bretter III und IV deklassifiziert werden. Der *Tetropium*-bloch ergibt: 3 Bretter Breitware und 6 Bretter Schmalware, wobei die beiden Randbretter Schmalware ganz in den Abfall kommen.

Der Deklassifikationsverlust errechnet sich für den in Betracht gezogenen Bloch mit 0,68 S, das ergibt je Festmeter Schnittware einen Deklassifikationsverlust von 3,4 S und zurückkalkuliert auf 1 fm Rundholz 2,4 S.

Der Gesamtverlust je 1 fm normaler Schnittware beträgt daher 39,9 S! Der Gesamtverlust je Festmeter Rundholz zurückkalkuliert 23,4 S.

Das sind recht erhebliche und fühlbare Beträge, die eine merkliche Verlustquelle in der Forstwirtschaft bzw. in ihren Nebenbetrieben bilden können; und wir haben alle Ursachen, die *Tetropium*-Arten im Auge zu behalten.

Durch die Parasitierung wird infolge des geringeren Aktionsradius der parasitierten Larven der technische Schaden herabgemindert, was im nächsten Abschnitt nähere Erörterung finden wird.

## 10. Die Lebensgemeinschaft von *T. Gabrieli* und *T. fuscum*.

Bei jedem Lebewesen spielen die Glieder der Umwelt, die zu ihm in direkten oder auch indirekten Beziehungen stehen, eine ganz bedeutende Rolle. Glieder, die in indirekter Beziehung stehen, wie die Rotfäule, der Hallimasch, das Edaphon u. a. wurden bereits behandelt.

Hier soll der Biozönose der beiden Bockkäferarten nähergetreten und versucht werden, die Epidemiologie, das gegenseitige Verhalten von Wirt und Parasit, wenigstens in Teilen zu erfassen; so weit dies eben bei der Fülle der Vorgänge, dem vielen Nebeneinander möglich war. Wohl bewußt dessen, daß die Ergebnisse nur ein Atom aus der Fülle des Geschehens

sind, wie es sich täglich und jährlich abspielt, hoffe ich doch, daß sie ein kleines Glied zur Erkenntnis der großen unendlichen Kette der Lebensgemeinschaft und der Verknüpfung der Lebensgemeinschaften beitragen können.

Wenn es je gelingen soll, das Verhalten der einzelnen Glieder in der großen Lebensgemeinschaft Wald, die allgemeine Biozönose, zu erfassen, so nur auf Grund genauen Studiums unzähliger spezieller oder Teil-biozönosen, d. h. Biozönosen der einzelnen Wirte. Erst das Zusammenfügen der speziellen Biozönosen eines Gebietes und der Vergleich mit den Lebensgemeinschaften anderer Gebiete wird einen Einblick in die weiteren gegenseitigen und äußeren Abhängigkeitsverhältnisse gestatten; wird den Versuch, die große allgemeine Biozönose zu erkennen, ermöglichen.

Es müßte endlich Gelegenheit geschaffen werden, an Ort und Stelle, im Wald selbst — auch in ruhigen Zeiten durch die Errichtung von Waldstudienstationen, wie sie bereits 1916 von Hofrat Prof. M. Seitner in seiner Rektorsinaugurationsrede gefordert wurden — die Lebensgemeinschaften zu studieren. Es wäre zu wünschen, daß sich die Erkenntnis der Notwendigkeit und Bedeutung solcher Stationen, des Segens, den sie stiften könnten, auch den hierzu berufenen Kreisen aufdrängen würde.

\*            \*            \*

Die meisten Feststellungen wurden so weit als möglich im Freiland gemacht. Die ganze übrige Versuchsanordnung wurde so gehandhabt, daß von den natürlichen Verhältnissen möglichst wenig abgewichen wurde. Die von *Tetropium* befallenen Stücke wurden im Winter geworben, verblieben freiliegend, im Schirm von Bäumen im Hochschulgarten, und wurden erst Mitte April im Laboratorium in große mit Organtine überspannte Kisten eingezwängert. Die Holzstücke selbst wurden durchwegs groß gewählt und zwar 1 m bis 1 m 10 cm lang und nur in Halbklüfte gespalten. Dadurch wurde auch ein Austrocknen vermieden.

Bevor auf die einzelnen Glieder der Lebensgemeinschaft eingegangen wird, soll eine allgemeine Übersicht über die Schwärmzeiten der Parasiten und ihr Verhältnis zur Schwärmzeit des Käfers gegeben werden.

*T. fuscum* und *T. Gabrieli* schwärmten von Ende April bis Anfang Juni; je nach den Witterungsverhältnissen kann die Schwärmzeit Verschiebungen und Unterbrechungen erfahren. In Abb. 12 ist im obersten Graphikon die Schwärmzeit und Masse des Käfers, der Ichneumoniden und der Braconiden ersichtlich. Die Schwärmzeit der Ichneumoniden fällt vorzüglich in die erste Hälfte der Schwärmzeit des Käfers; sie erstreckt sich vom Beginn seiner Schwärmzeit bis zum Ende des zweiten Drittels, mit hohen Werten am Beginn des ersten und Kulmination am Beginn des zweiten, endet sie mit Anfang des dritten Drittels der Käferschwärmzeit. Die Schwärmzeit der Braconiden erstreckt sich jedoch vom

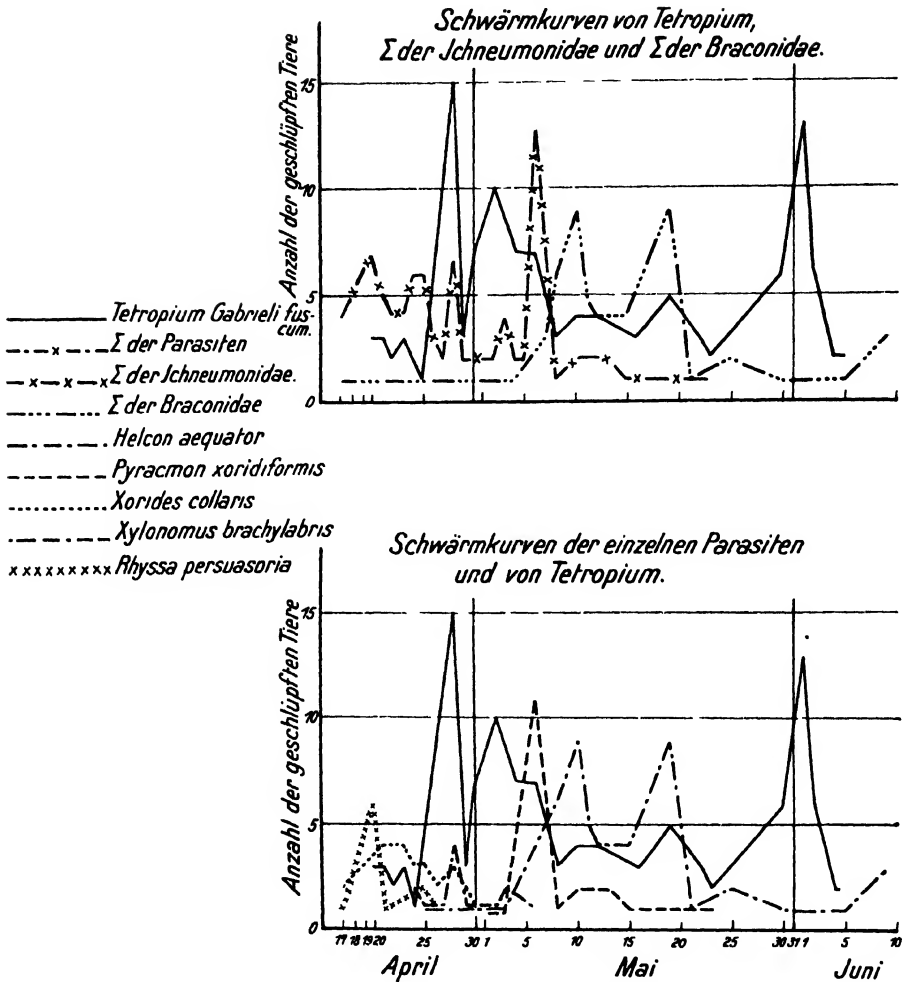


Abb. 12. Schwärmkurven des Käfers und seiner Parasiten.

Beginn bis zum Ende der Schwärmzeit des Käfers. Sie kulminiert später als die der Ichneumoniden und zwar in der Hälfte und am Ende des zweiten Drittels der Käferschwärmzeit. Die Schwärmzeit der Ichneumoniden erstreckt sich also von Ende April bis 20. Mai; mit hohen Werten Ende April, Anfang Mai; die der Braconiden von Ende April bis Anfang Juni mit Kulmination zwischen 8. und 20. Mai.

Auffallend ist, daß gerade die häufigsten und somit wirksamsten Parasiten, z. B. der bedeutendste *Helcon aequator* (siehe Abb. 12 unteres Graphikon) die Kulmination seiner Schwärmkurve in der Mitte der Schwärmzeit des Käfers hat und bis zum Ende der Schwärmzeit des Käfers schwärmt. Die wirksamen Parasiten schwärmen im allgemeinen später als die weniger wirksamen.

Es ist erklärlich, daß diejenigen Parasiten, die dem Leben von *Tetropium* besonders angepaßt erscheinen, nicht am Beginn seiner Schwärmzeit schlüpfen werden. Denn es vergehen immerhin rund 18 Tage bis von den erstgeschlüpfen Käfern die ersten Lärven vorliegen; es ist auffallend, daß intensiveres Schlüpfen z. B. von *II. aequator* erst 13 Tage nach dem Schlüpfen des ersten Käfers anhebt!

Weiters ergibt sich aus dem Vergleich der Schlüpfkurven, daß die ersten Tetropiumlarven vorzüglich von Ichneumoniden, die späteren vorzüglich von Braconiden befallen werden; wenigstens bei den vorliegenden Verhältnissen. Diejenigen Ichneumoniden, deren Schlüpfzeit später endet, waren die häufigeren!

## A. Parasiten:

### a) Hymenoptera.

#### *Braconidae.*

#### a) *Atanycolus (Coelobracon) denigrator* L. (Braconinae).

<i>Ichneumon denigrator</i>	Linné.
„	XXIV. Schaeffer.
„	XC. Schaeffer.
„	<i>denigrator</i> Ph. L. Müller.
„	„ Schrank.
„	„ Villers.
„	„ Gmelin.
„	„ Christ.
„	„ Cederholm.
„	„ Walkenaar.
„	<i>impostor</i> Schrank.
<i>Bracon flavator</i> var.	Nees.
„	<i>denigrator</i> Nees.
<i>Ichneumon denigrator</i>	Thunberg.
<i>Bracon denigrator</i>	Lepelletier.
„	„ Haliday.
„	„ Bouché 1834.
„	„ Zetterstedt 1838.
„	„ Guérin 1845.
<i>Atanycolus denigrator</i>	Förster 1862.
„	„ Canestrini und Berlese 1881.
„	„ Marshall 1888
<i>Bracon</i>	„ Thomson 1892.
<i>Vipio</i>	„ Schmiedeknecht 1896.
<i>Atanycolus</i>	„ Marshall 1897.
„	„ Szépligeti 1904.
„	„ Fahringer 1928.

♀ „Schwarz;<sup>1)</sup> Hinterleib gelbrot mit Ausnahme des ersten Segmentes, dieses schwarz. Bräunliche Farbe haben Palpen, Ozellenfleck, Spitzen der Schienen und Tarsen; Flügelgeäder. Kopf fast viereckig (von oben gesehen), hinter den Augen etwas erweitert. Schlafen sehr breit. Scheitel deutlich ausgerandet. Stirn deutlich und tief ausgehöhlt.

<sup>1)</sup> Beschreibung nach Fahringer.

Fühlerschaft zylindrisch mit 2 Zähnen (an Wurzel und Spitze), 3. Fühlerglied viel länger als das zweite, ebensolang als das 4., die übrigen Glieder so lang als breit. Letztes Fühlerglied abgerundet (Fühlerglieder: 52–56). Fühler kürzer als der Körper. Rostrum kurz, Wangen lang und breit. Thorax lang gestreckt, oben etwas abgeflacht, glatt und glänzend, Pronotum oben mit punktierter Grube, Notauli schwach abgesetzt, Schildchen flach, Mediansegment kurz, ganz ohne deutliche Skulptur, schwach behaart (seitlich). Flügel schwärzlich getrübt mit hyalinen Flecken unter dem Stigma. Beine kräftig, Schenkel dick und kurz. Hinterleib langgestreckt walzlich, ein bißchen länger als der Thorax, die ersten Segmente undeutlich runzelig punktiert, 1. Tergit fast rechteckig, gegen die Basis etwas verschmälert, durch zwei Furchen in Lappenwülste geteilt, deren mittlerer eine Art Mittelfeld bildet, während die seitlichen wie Kiele aussehen. 2. Tergit ebenfalls mit 3 Wülsten, deren mittlerer ein flaches lanzettliches Mittelfeld bildet; die seitlichen sind schmal, dreieckig, fast ganz glatt und glänzend (Innenwinkel der 3 Wülste mit Spuren von Runzeln). 3. Tergit ähnlich wie das 2. mit 3 glatten Erhabenheiten. Hinterende der Tergite 2–5 ganz glatt und stark glänzend. Alle Suturen glatt und glänzend. Bohrer ein wenig länger als der Körper. Länge 7–9 mm.

♂ Sehr ähnlich dem ♀, kleiner schwächer, aber Palpen teilweise gelblich (Spitzen). Mediansegment braunrot bis dunkelbraun, Abdomen mit schwärzlichem Hinterrande. Pronotum oben mit glatter Grube. Länge 6 mm.“

Diese Art unterscheidet sich durch das schwarze oder schwarzbraune erste Tergit von dem sehr ähnlichen *Atanycolus Neesi* Marsh. Nach Fahringer könnte letzterer daher als eine Varietät des *denigrator* betrachtet werden, wie es auch von Schmiedeknecht vermutet wurde.

*A. denigrator* ist über ganz Europa verbreitet und nirgends selten.

Lebensweise: parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpf Anfang Mai.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt:

<i>Rhagium mordax</i> Deg.	} (Fahringer: Opusc. brac. S. 125 und 578.)
„ <i>inquisitor</i> L.	
<i>Anthaxia morio</i> F.	
<i>Tetropium fuscum</i> J.	
<i>Saperda papulnea</i> Lin. (Escherich F. J. II.).	

#### b) *Atanycolus (Coelobracon) initiator* Nees. (Braconinae). (Abb. 13.)

*Atanycolus initiator* Nees. 1834.

*Bracon (Coeloides) initiator* Blanchard 1840.

*Coeloides initiator* Westwood 1840.

*Bracon* „ Ratzeburg 1844.

„ „ Imhof-Labram 1844.

„ „ Ratzeburg 1848.

*Coeloides* „ Förster 1862.

*Atanycolus genalis* Thomson 1892.

*Coeloides initiator* Marshall 1898.

*Atanycolus initiator* Szépligeti 1904.

*Atanycolus (Coelobracon) initiator* Fahringer 1928.

♀ „Gelb.“ Schwarz sind: Ozellenfleck, Fühler, Mandibespitzen, Palpen, Thorax (mit Ausnahme des rötlichen Callum) und ein ganz kleiner roter Fleck in der Mitte des Mediansegmentes (var.), sämtliche Beine. (Die Farbe ist bei einzelnen Stücken mehr pechbraun, nicht rein schwarz.)

1) Beschreibung nach Fahringer.

Kopf fast viereckig, etwas breiter als lang, hinter den Augen erweitert, Stirngrube groß, innen mit stark erhabenem Kiel, sonst glatt, Gesicht unten etwas eingedrückt, abstehend, weißlich behaart, ansonsten ohne deutliche Skulptur. Rostrum sehr kurz. Wangen und Schläfen sehr breit (Augen vom Hinterrand des Kopfes ungefähr so weit entfernt, wie etwa die Länge des Schaftes und der Geißelglieder 1 und 2). Fühler 49- bis 54gliedrig, Thorax ganz glatt und glänzend, Notauli sichtbar, aber nicht scharf abgesetzt. Mediansegment seitlich abstehend hell behaart. Flügel schwärzlich verdunkelt, vom Stigma etwas heller. Unter dem Stigma helle Flecken. Hinterflügel in der Kostalgegend dunkler als der übrige Teil. Beine lang und kräftig, alle Schenkel schwach keulenförmig verdickt, Hüften, Schienen, Tarsen dicht, Schenkel zerstreut abstehend hell behaart. Abdomen etwas länger als Kopf und Thorax zusammen. 1. Tergit viel länger als breit, trapezförmig, Mittelfeld des 1. Tergites wappenförmig, vorne abgerundet, von 2 scharfen Kielen, die sich nach vorne zu Wülsten erweitern, umsäumt. Zwischen den Kielen und dem Seitenrande je eine breite Furche. 2. Tergit etwas breiter als lang, trapezförmig mit einem lanzettlichen Mittel und zwei Seitenfeldern. (Wülste.) Innenrand der Wülste durch vertiefte und glatte Furchen ziemlich abgesetzt. Alle Tergite sonst ganz glatt und glänzend und breiter als lang. Auch Tergit 1 und 2 außer der oben erwähnten Skulptur ganz glatt und glänzend, 2. Sutura ganz fein crenuliert, die übrigen glatt, Hypopygium kaum über das Aftersegment vorragend. Bohrer viel länger als der Körper. Länge 7—11 mm, Bohrer 14—17 mm.

Abb. 13. *Atanycolus initiator*.

♂ dem ♀ fast völlig gleich in Skulptur und Färbung, nur manchmal kleiner und schwächer. Hinterleib daher meist viel länger als der Kopf und Thorax. Schwärzliche Färbung des Kopfes mehr ausgedehnt, nur Schläfen, Innenrand der Augen und Gesicht hell. Thorax und Beine ganz, Mediansegment und Abdominaltergite mitunter mit undeutlichen Runzeln, Kielwülste des 1. Segmentes sehr schmal und verloschen, vorne manchmal verdunkelt. Länge 7—11 mm.

Fahringer unterscheidet drei Varietäten: *var. temporalis* Kok.; *var. rubromaculata* Fahringer und *var. nigrinus* Fahr.

Die Art ist sehr ähnlich den beiden Arten *A. neesi* Marsh. und *A. denigrator* L.

Die Stammform hat eine weite Verbreitung: über ganz Europa und Westasien (Kleinasien).

Lebensweise: Parasit der Larve von *Tetropium fuscum*. Überwinterung erfolgte als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft Anfang Mai.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt: *Phymatodes pusillus* F.; *Acanthorinus aedilis* L.; *Rhagium inquisitor* L.; *Tetropium castaneum* L. und *Sesia flavicentris*, wie *S. vespiiformis* L.

### **Atanycolus (Coelobracon) Neesi Marsh. (Braconinae).**

*Atanycolus Neesi* Marshall 1898.

„ „ „ 1868.

„ „ Szépligeti 1904.

*Coeloides* „ Marshall 1897.

*Atanycolus (Coelobracon) Neesi* Fahringer 1928.

♀ (Schwarz.<sup>1)</sup>) Hinterleib ganz gelb. Trochanteren II manchmal schwach rötlich.

<sup>1)</sup> Beschreibung nach Fahringer.

Kopf von oben fast viereckig, etwas breiter als lang, hinter den Augen schwach erweitert. Stirngrube innen mit ganz kurzem gefurchten Kiel. Mittel-Ocellus in die Stirngrube abfallend. Fühler wie bei *denigrator* L. Gesichtsseiten und Scheitel abgehend weißlich behaart, sonst glatt und glänzend. Rostrum ganz kurz, Wangen und Schläfen breit. Entfernung der Augen vom Seitenrand von der Länge des Fühlerschaftes. Thorax ganz glatt und glänzend. Mediansegment an den Seiten ziemlich lang abgehend und dicht weiß behaart. Notauli kaum angedeutet. Flügel ganz gleichmäßig schwarz getrübt, helle Flecken unter dem Stigma undeutlich, aber vorhanden. Beine kräftig. Alle Schenkel verdickt (keulenförmig), Sporne der Hinterschienen kurz ( $\frac{1}{2}$  der Schienenslänge), gleich lang. Abdomen länger als Kopf und Thorax, 1. Tergit länger als breit, trapezförmig. Mittelfeld des 1. Tergites fast dreieckig. Randfurchen deutlich abgesetzt. Zwischen Randfurchen und Mittelfeld vorne keine deutlichen Wülste abgesetzt, Mittelfeld schwach gerunzelt; 2. Tergit fast quadratisch, mit breitem lanzettlichen Mittelfeld und kleinen Seitenfeldern, wie das erste fast ganz glatt und glänzend. Am Mittelfeld Spuren von Runzeln. 3. Tergit breiter als lang, mit 2 Seitenwülsten, deren Hinterspitzen durch eine in der Mitte etwas vorgezogene Furche verbunden sind, wodurch sich zwischen der zweiten, schwach crenulierten Suture und der Furche selbst ein eigentümlicher breiter, Mittelfeld ähnlicher Raum abhebt. Auch das 4. Tergit mit einer Quersfurche unweit der dritten Suture, ansonsten wie die übrigen Segmente glatt und glänzend. Hypopygium wenig vorstehend. Bohrer so lang oder etwas länger als der Körper. Länge 7—9 mm; Bohrer 9—10 mm.

♂ dem ♀ fast vollkommen gleich in Skulptur und Farbe, auch an Größe nicht verschieden. 2.—4. Hinterleibstergit mit kleinen, spitzlanzettlichen Mittelfeldern, die des 3. und 4. Tergites also viel schmaler als beim ♀. 6. Tergit oben manchmal schwärzlich<sup>1</sup>. Länge 5—9 mm. Bei manchen Stücken sind die Tergite 3—6 oben angedunkelt!

Nach Fahringer konnte diese Art vielleicht als Varietät zu *A. denigrator* L. gestellt werden. „Immerhin lassen die Unterschiede in Färbung und Skulptur des Hinterleibes eine Trennung zu.“

Die Art ist über ganz Europa und Westasien verbreitet.

Lebensweise: Larvenparasit von *Tetropium gabrieli* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft: Anfang Mai.

Nach Fahringer sind bereits als Wirte bekannt: *Poechilonota variolosa* Payk; *P. rutilans* L.; *Acanthocinus aedilis* L.; *Crioccephalus rusticus* L., und *Sesia respiformis*.

#### d) *Atanycolus (Coelobracon) sculpturatus* Thoms. (Braconinae).

*Bracon (Vipio, Coelobracon) sculpturatus* Thomson 1892.

*Vipio (Atanycolus) sculpturatus* Schmiedeknecht 1896.

*Coeloides sculpturatus* Marshall 1898.

*Atanycolus sculpturatus* Szépligeti 1904.

*Atanycolus (Coelobracon) sculpturatus* Fahringer 1928.

♀ „Ganz“<sup>1</sup> schwarz, nur Hinterleib gelb. Kopf kubisch, hinter den Augen erweitert. Stirngrube innen glatt mit undeutlichem Kiel; Fühler fadenförmig, so lang wie der Körper, 42—48gliedrig. Schaft walzig mit Endzähnen. 2. Fühlerglied kürzer als das 3.; auch etwas kürzer als das 4., die folgenden Glieder so lang als breit, oder etwas länger. Rostrum kurz, Gesicht hell behaart. Schläfen breit. Augen vom Hinterrand des Kopfes um Fühlerschaftbreite abgehend. Thorax glatt und glänzend, Notauli undeutlich. Flügel bräunlich unter dem Stigma mit hyalinen Flecken. Beine schlank, Schenkel verdickt, Schienenspornen kurz, ungleich lang. Abdomen oben etwas länger als

<sup>1</sup>) Beschreibung nach Fahringer.

Kopf und Thorax, Tergit 2—4 größtenteils runzelstreifig. Erstes Tergit länger als breit, trapezförmig, Mittelfeld lang, fast dreieckig, oben stark runzelig. Seitenränder durch glatte Furchen vom Mittelfeld getrennt. Zweites Tergit so lang wie das dritte, mit glattem Mittelfeld (lanzettlich). Um das Mittelfeld Runzelstreifen, Ränder mehr glatt. Drittes Tergit mit kurzem, querem, glatten Mittelfeld, sonst runzelstreifig. Seitenwülste der Tergite 2—4 glatt und glänzend, durch Furchen abgesetzt. Viertes bis fünftes Tergit ganz runzelig, die übrigen glatt und glänzend, länger als breit. Bohrer viel länger als der Körper. Länge 7 mm, Bohrer 10 mm.

♂ dem ♀ sehr ähnlich in Farbe und Skulptur. Fühler mit 41 Gliedern, so lang wie der Körper, Hinterleibstergit vor den Suturen meist mit glatter, schmaler Furche, sonst Skulptur wie beim ♀. Kleiner, schwächer als dieses. Länge 5 mm. Hinterleibsende oberseits manchmal angedunkelt.

Bis jetzt bei Athen gefunden. Wirte waren bisher unbekannt.

Lebensweise: parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft Anfang Mai. — Südmähren.

Von einer Larvenbeschreibung der einzelnen *Atanycolus*-Arten mußte Abstand genommen werden, da eine Sondernung der Larven nach ihrer Artzugehörigkeit nicht durchführbar war. Es muß daher bei der nachstehenden *Atanycolus*-Larvenbeschreibung die Artzugehörigkeit offen gelassen werden.

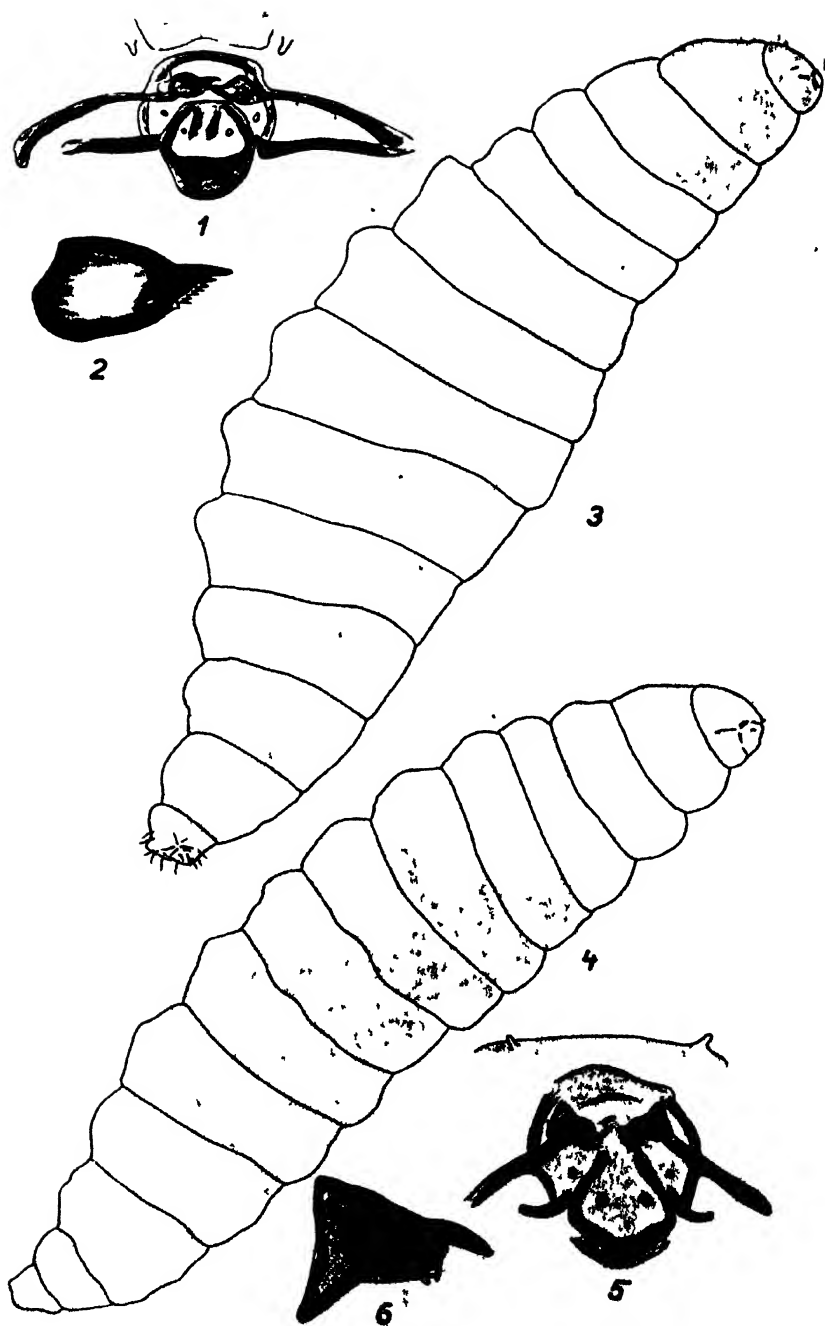
#### Larvenbeschreibung von *Atanycolus* sp.

Die vollwüchsige Larve erscheint in Tafel III Abb. 3 wiedergegeben.

Länge 9—11 mm; größte Breite 2,6—3 mm; in der Mitte am stärksten, zu den beiden Enden sich verjüngend: nach rückwärts schmaler werdend als nach vorne. Farbe weiß, mit einem sehr geringfügigen Stich ins gelbliche. Zwölfringig ohne Kopf und Aftersegment. Oberfläche matt hautartig chagriniert, mit mikroskopisch feinen Verruken. Auf der Oberseite eine feine glatte Rückenlinie, welche am zweiten Leibesring beginnt und am vorletzten endet. Auf der Unterseite ohne solche Linie. Die Leibesringe 5 bis 8 an der Oberseite (von seitwärts gesehen) jeder einzelne etwas hochgezogen. Darm gelb durchscheinend. Stigmen gelblich, kreisrund, gegen den Vorderrand der einzelnen Leibesringe vorgerückt; auf allen Leibesringen. Das letzte Abdominalsegment (Analsegment) zeigt eine feine Beborstung (siehe Abb.).

Das Mundgerüst der Larve ist in Tafel III, Abb. 1, wiedergegeben. Die Anlage der Labial- und Maxillarpalpen ist gut kenntlich. Bei starker Vergrößerung finden sich um das Mundgerüst einzelne regelmäßig angeordnete Härchen, die dem Tastsinn dienen dürften. Die Mundhacken Abb. 2, Tafel III laufen in einen kräftigen, starken Zahn aus, die folgenden 6—7 Zähnchen sind unvergleichlich schwächer, werden zur Basis fortschreitend kürzer, das letzte Zähnchen ist ganz kurz und schwach. Basis der einzelnen Zähnchen schmal. Fühler eingliedrig.





Tafel III.

1 Mundgerüst der Larve von *Alanycolus* sp. 2 Mandibel der Larve von *Alanycolus* sp. 3 Larve von *Alanycolus* sp. Vollwuchsig 4 Larve von *Xylonomus irrigator*, Vollwuchsig 5 Mundgerüst der Larve von *Xylonomus irrigator* 6 Mandibel derselben.

### Zur Lebensweise der vier vorstehend behandelten *Atanycolus*-Arten:

Da das Verhalten ein gleiches ist, kann es für alle 4 Arten gemeinsam behandelt werden. Die Larve verläßt den Wirt immer bevor er Anstalten zur Anfertigung der Puppenwiege getroffen hat! Die Verpuppung der als *Tetropium* Parasiten erhaltenen *Atanycolus*-arten erfolgt daher durchwegs zwischen Rinde und Holz. Daher sind die im Kokon befindlichen Larven bzw. Puppen auch gegen Trockenheit viel empfindlicher als die solcher Parasiten, die erst im Hackengang zur Verpuppung schreiten.

Der Kokon wird neben der von der Parasitenlarve verlassenen Käferlarve angefertigt und haftet meistens an der Rinde, seltener ist er am Holzkörper befestigt. Die Form (Abb. 14) des Kokons ist oval, oben und unten vollkommen flach und kann etwa mit der Form einer ovalen Sardinenbüchse verglichen werden. 5 bis 12 mm lang, 2—4 mm breit und 2 bis  $2\frac{1}{2}$  mm hoch. Mit der einen flachen Seite wird der Kokon an der Unterlage

(Innenseite der Rinde) befestigt. Farbe braungelb, fahl, etwas heller als die trockene Innenseite der Rinde. Die Puppe ruht in diesem Kokon stets mit dem Rücken auf der flachen Unterseite. Das fertige Tier nagt sich durch ein kreisrundes Loch ins Freie.

Das verhältnismäßig spärliche Auftreten der *Atanycolus*-Arten als *Tetropium*-Parasiten läßt den Schluß gerechtfertigt erscheinen, daß sie mehr gelegentlich in den *Tetropium*-Larven parasitieren dürften.



Abb 14. *Atanycolus*-Kokons

#### e) *Doryctes obliteratus* Nees (Doryctini).

<i>Bracon obliteratus</i>	Nees. 1834,
<i>Doryctes</i> "	Blanchard 1840.
<i>Bracon (Ischiogonus) obliteratus</i> ,	Ratzeburg 1844.
" "	" 1852.
<i>Bracon obliteratus</i>	Giraud 1854.
<i>Doryctes obliteratus</i>	Reinhard 1865.
" "	Marshall 1888.
" "	Thomson 1892.

Schwarz bis gelbbraun. Beine des Männchens ganz braun (Schienen zum Teil auch die Tarsen etwas heller als die Schenkel); beim ♀ nur die Schienen braun. Kopf kubisch, hinter den Augen nicht verschmälert. Scheitel glatt. Gesicht dicht punktiert, etwas glänzend. Palpen braun. Mandibeln rotbraun.

♂ schwarz. Beine pechbraun; Schenkel dunkler, Schienen und Tarsen heller. Schienen zur Spitze dunkler werdend. Erstes Hinterleibssegment um wenigstens die Hälfte länger als seine Breite an der Spitze beträgt. Erstes und zweites Hinterleibssegment

oben matt (schwach glänzend) und nadelrissig chagriniert. Die restlichen Hinterleibsegmente oben glatt, lackglänzend; eventuell die Basis des 3. noch schmal matt und nadelrissig chagriniert; schwach fein behaart. Länge 3—6 $\frac{1}{2}$  mm.

♀) „Fühler etwas länger als der Körper, schwärzlich. 41gliedrig. Mesonotum ziemlich dicht punktiert und glänzend; seine Furchen matt gerunzelt. Mesopleuren glatt, ihre Furchen rückwärts vertieft; am Beginne sind sie nur eine feine oberflächliche Linie. Metanotum pechbraun; runzelig, zur Basis etwas glatter. Die Flügel haben eine leichte bräunliche Färbung; Beine braunrot, Hüften, Schenkelspitzen, Schienen braun. Die ersten zwei Abdominalsegmente pechbraun. Das erste Segment etwas länger als an der Spitze breit, ganz längsrunzelig, an der Basis von zwei kurzen Kielen überragt. Das zweite Segment von viel feineren Runzeln bedeckt; die folgenden Segmente glatt. Die zweite Suture völlig verwischt, zur Not an den Seiten kenntlich. Bohrer etwas kürzer als das Abdomen.“

Verbreitung: Deutschland, Frankreich, Italien und Südmähren.

Lebensweise: Innenparasitisch in der Larve von *Tetropium (iabriel)* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Geschlüpft: Ende April.

Im Schrifttum werden als Wirte angeführt: *Tetropium castaneum* (Ratzeburg); *Callidium abdominale* Bon. (Marshall); *Pissodes notatus* und *Ips typographus* L. (Elliot und Morley).

#### f) *Helcon aequator* Nees. (*Helconinae*). (Abb. 15.)

*Helcon aequator* Nees 1812. 1831

„ „ Haliday 1835.

„ „ Ratzeburg 1848.

„ „ Thomson 1891.

„ „ Marshall 1893.

Schwarz. Alle Beine rötlichgelb nur die Hinterschienen und Hintertarsen schwarzlich; die Hinterschienen nur an der Basis schmal hell (gelb). Kopf kubisch, kräftig breiter als lang; fast glatt nur mit wenigen, spärlichen Punkten, glänzend; Gesicht fein und dicht punktiert wenig glänzend. Stirn, zwischen den Fühlern mit einer dornförmig vorspringenden Längsleiste. Mandibeln braun bis schwarz; Taster hellgelb. Fühler etwas kürzer als der Körper, schwarz; zur Basis mitunter braun. Mesonotum und Skutellum mit spärlicher, sehr feiner Punktierung. Mesopleuren glatt, glänzend; ihre Umgebung, sowie die Rinne des Mesothorax runzelig. Mesothorax auf der ganzen Oberfläche ziemlich gleichmäßig, runzelig punktiert; mitunter mit 2 oder 4 nach vorn sich verlierenden schwachen Längskielen und einer undeutlichen, sich gleichfalls nach vorn verlierenden Mittelrille. (Die Kiele beim ♂ deutlicher als beim ♀). Flügel hyalin, etwas rauchig angedunkelt. Stigma dunkel, Nervatur braun. Erstes Abdominalsegment konisch (etwa 5 mal so lang als an der Basis breit), rauh punktiert; in der Mitte mit einem beim ♀ flachen und abgestumpften, beim ♂ meist etwas schärferem Kiel, der gegen das Ende zu verflacht, an der Basis zwei kurze Kielchen, an der Spitze zwei gegen die Seiten gerichtete Eindrücke; wenig glänzend; stark punktiert; beim ♀ an der Basis oft nadelrissig, die folgenden Segmente glatt, lackglänzend. Segment II etwas länger als das dritte und mit 2 Eindrücken an der Basis. Verhältnis von Thorax zum Hinterleib beim ♀ etwa wie 4:5 $\frac{1}{2}$ , beim ♂ wie 4:6. Bohrer viel länger als der Körper. Länge 8—12 $\frac{1}{2}$  mm; Länge des Bohrers bis 15 $\frac{1}{2}$  mm.

Vorkommen: Deutschland, Italien, Rußland, Schweden (von Lappland bis Schonen, ausschließlich in Fichtenwäldern nach Thomson); Südmähren, Niederösterreich.

1) Beschreibung des ♀ nach Marshall.

**Beschreibung der Larve:** Die junge Larve ist (Abb. 6, in Tafel II, S. 244), weiß hyalin, stellenweise glasartig durchscheinend. 12ringig. Darmtrakt als einfacher, vom ersten Ring an, aufgeblähter Schlauch vom Mund zum Anus gestreckt durchlaufend; mitunter gelblich durchschimmernd. Die jüngeren Larvenstadien sind gekrümmt, die älteren ausgestreckt. Das erste Segment bei den Jugendstadien stark vergrößert, oberseits etwas plattig entwickelt; dieser Teil hat oft einen etwas dunkleren Ton als der übrige Körper. Bei den älteren Stadien, die ganz weiß sind, tritt diese plattige Ausbildung zurück und schwindet schließlich gänzlich. Das Analende ist bei den jüngeren und älteren Stadien kegelig ausgezogen. Während bei den jüngsten Stadien keine Besonderheiten in der Oberfläche der Larvenhaut kenntlich sind, tritt mit zunehmendem Alter eine feine Verrukenbildung auf, die sehr zart, aber doch kenntlich ist; sie erstreckt sich zuerst auf die Ringe 5—10, schließlich alle Ringe und läßt nur in der Mitte der Oberseite eine schmalere, in der Mitte der Unterseite eine etwa doppelt so breite Linie, der ganzen Länge nach frei.

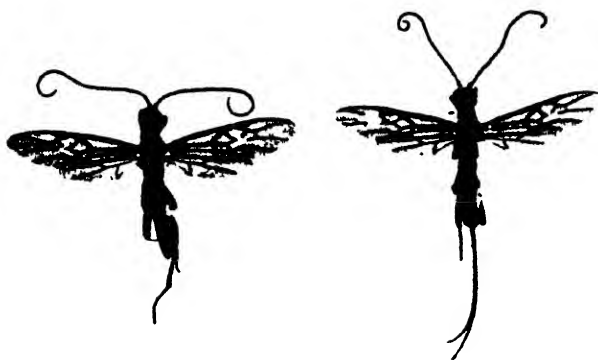


Abb. 15. *Helcon aequator* ♀, ♂.

**Lebensweise:** *H. aequator* war der häufigste und somit auch der wirksamste Parasit von *T. fuscum* und *Gabrieli*. Die Larve lebt parasitisch in der *Tetropium*-Larve und findet sich bereits in den ersten Stadien der Wirtslarve vor.

Bei dem Studium der Wirkung der Parasitierung auf die *Tetropium*-Larve durch die *H. aequator*-Larve wurde folgenden Fragen nähergetreten: Welche Körpersäfte entzieht die Parasitenlarve der Wirtslarve zu ihrer Ernährung? Welche Folgeerscheinungen machen sich bei der Wirtslarve bemerkbar?

Wenn eine restlose Klärung dieser Fragen auch nicht möglich war, so können doch die, bei dem zahlreichen, zur Untersuchung gelangten, parasitierten Material gemachten Beobachtungen einige Tatsachen darlegen.

Streicht man, zum Zweck der Feststellung der Parasitierung den Körperinhalt der *Tetropium*-Larve aus, so schießt die Parasitenlarve sobald sie etwa  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{3}$  wüchsig ist, in der Regel voran heraus. Um die Lage der Parasitenlarve in der Wirtslarve festzustellen wurde anders vorgegangen. Bei vorsichtigem Öffnen der Wirtslarve — was durch Abschneiden des Kopfes und des Analendes, dann Aufschneiden der Larven-

haut mit feiner scharfer Schere der Länge lang, geschieht — findet man die junge *H. aequator*-Larve der Divertikelregion des Darmes der Wirtslarve dicht anliegend vor.

Wenn man die Verdauungs- und Resorptionstätigkeit, wie sie im Darm vor sich geht, in Betracht zieht, so ist diese Lage der Parasitenlarve erklärlich, denn hier liegt die günstigste Stelle zu ihrer Ernährung vor. In der Divertikelregion geht die regste resorbierende Tätigkeit des Darmes vor sich. Hier steht der Parasitenlarve der in den Kreislauf übergehende Chylus, also äußerst hochwertige, flüssige Nahrung zur Verfügung. Die Überprüfung des  $p_h$ -Wertes der Körperflüssigkeit und des Darminhalts der Parasitenlarve ergab den gleichen Wert, wie er in der Divertikelregion der Wirtslarve auftritt:  $p_h$  6,5!! — Bei Genuß dieser hochwertigen Nahrung ist die Parasitenlarve einer besonderen umständlichen Aufschließung der Nahrung enthoben. Daher auch der einfache, geradlinige Verdauungskanal der *H. aequator*-Larve; der nun seinerseits den Großteil seiner Länge nach resorbierend tätig sein kann.

Es darf angenommen werden, daß im Anfangszustand der Parasitierung, durch Entzug eines verhältnismäßig noch geringen Anteils des in den Kreislauf überzuführenden Chylus durch die noch kleine Parasitenlarve, vorerst eine vermehrte Nahrungsaufnahme der Wirtslarve eintritt. Mit fortschreitendem Wachstum der Parasitenlarve und damit immer mehr gesteigertem Entzug an Körpersäften, kann die *Tetropium*-Larve nicht mehr der nun doppelten Anforderung gerecht werden. Mit der größer gewordenen Parasitenlarve macht sich ein Schwächezustand der Wirtslarve bemerkbar, der sich in ihrer verminderten Reaktionsfähigkeit, allgemeiner Trägheit und zuletzt in Herabminderung des Aktionsradius äußert; manchmal bleiben parasitierte Larven auch im Größenwachstum zurück.

Weiterhin macht sich mit dem Größenwachstum der Parasitenlarve, die nun einen Großteil der Leibeshöhle ausfüllt, eine Verlagerung der Organe (Darm) der Wirtslarve bemerkbar. Die Parasitenlarve lebt größer geworden von der Körperflüssigkeit der Wirtslarve; vollwüchsig geworden frißt sie sich, meist in der Gegend der Brustringe, mitunter auch beim ersten Hinterleibsring, aus der Wirtslarve heraus, um sich neben deren Resten in einem Kokon zu verpuppen.

Die endlich allgemeine Entkräftung der durch *H. aequator* parasitierten Wirtslarve macht sich zum Schluß in der Anlage der Puppenwiege bemerkbar. Meist kommt es noch zur Anlage der Puppenwiege, doch ist die Wirtslarve derart geschwächt, daß sie nicht mehr imstande ist, die Puppenwiege tief in dem Holzkörper anzulegen; sondern mehr oder weniger knapp unter der Oberfläche. Der Radialarm, der zur Puppenwiege führt wird kurz, oft liegt die Puppenwiege nur 2—3 mm (höchstens 2 cm) im Holzkörper. Durch diese Herabminderung des Aktionsradius der durch *H. aequator* parasitierten *Tetropium*-Larve, wird die Größe des technischen Schadens herabgemindert.

Die Verpuppung von *H. aequator* erfolgt in der Regel in der bereits vollkommen fertiggestellten Puppenwiege der Wirte (*T. Gabrieli* und *T. fuscum*). Die Wirtslarve wird demnach im Präpupalstadium von der *aequator*-Larve verlassen. Am Ende des Hakenganges d. h. der Puppenwiege fertigt die Parasitenlarve ihren Gespinstkokon an. Der *H. aequator*-Kokon ist sehr schwer, oft kaum von gewissen *Xylonomus*-Kokons (z. B. *X. brachylabris*) zu unterscheiden. Diese Unterscheidung wird auch noch wesentlich durch ein gewisses Variieren der Kokons erschwert. Der *H. aequator*-Kokon (Abb. 16 b, c) füllt die Puppenwiege bis etwas unter den, von der Wirtslarve angefertigten Verschlusspfropf aus Nageespänen mehr oder weniger ganz an. Er ist völlig matt, weißlich hyalin, hat in der Regel eine rauhe Oberfläche; die Rauigkeit ist durch hervorstehende Gespinstfäden erzeugt. Oft tritt aber diese Rauigkeit zurück und wenn nun noch die Farbe etwas ins gelbliche spielt, kann eine Verwechslung ersterenfalls mit gewissen *Xylonomus*, letzterenfalls mit sehr hellen *Pyracon*-kokons leicht platzgreifen. Ratzeburg hat auch in Band II der „Ichneumonien der Forstinsekten“ auf die große Ähnlichkeit des *H. aequator*-kokons mit denen der *Xylonomus*-Arten hingewiesen.

Die Lage der Parasitenlarve im Kokon ist mit dem Kopf der Ausgangsöffnung zugekehrt. Ist ein Umdrehen vor der Verpuppung nicht erfolgt, so kann die fertige Schlupfwespe die Puppenwiege nicht verlassen, wie vorgefundene verendete Tiere bezeugen.

Das Schlüpfen erfolgt durch ein zerfranstes Loch an der Spitze des Kokons. Das fertige Tier muß, wie alle in Holzbewohnern zur Entwicklung gelangenden Parasiten durch die starke Borke sich den Weg ins Freie nagen; daher auch der kräftige kubische Kopf dieser Tiere, der zur Be-

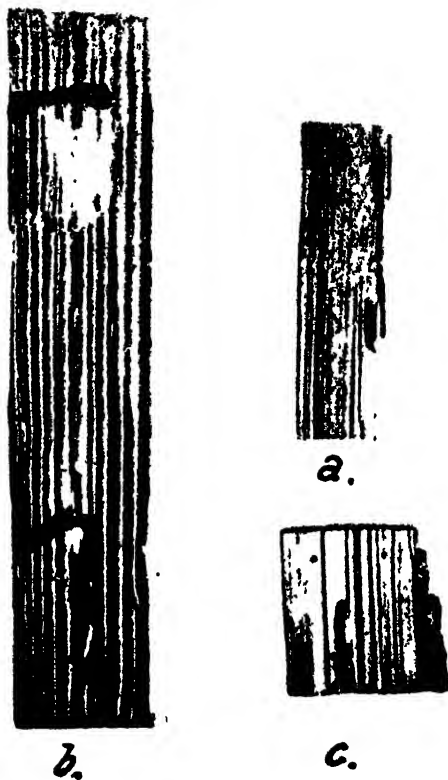


Abb. 16. b u c *Helcon aequator*.  
Kokon in der Puppenwiege des Käfers.

herbergung einer starken und leistungsfähigen Kaumuskulatur erforderlich ist. Beim Durchnagen sehr dicker Borke verenden manchmal einige Parasiten.

*H. aequator* erfuhr als der häufigste und somit auch wirksamste Parasit eine eingehendere Behandlung. Die Flugzeit dieses Parasiten ist, wie dem Graphikon entnommen werden kann, eng angepaßt der seiner Wirte *T. Gabrieli* und *T. fuscum*. Die Schwärmzeit erstreckte sich von Anfang Mai bis Anfang Juni mit Kulmination vom 8.—20. Mai. Also später als alle anderen, weniger wirksamen Parasiten. Es dürfte allgemein derjenige Parasit, welcher zuletzt schwärmt, dem Wirt am besten angepaßt und somit auch der wirksamste sein. Dem später schwärmenden Parasiten liegt bereits genügend entsprechendes artgewohntes Material zur Eiablage vor; anders bei den früher schwärmenden Parasiten, ihre Eiablage wird sich daher auf verschiedene Wirte erstrecken.

Auch bei anderen speziellen Biozönosen verhält sich dies so. So war bei der Kiefernspannerkalamität in Galizien, nach Hofrat Prof. M. Seitner, der zuletztschwärmende Parasit *Anomalon biguttatum* Grav. auch der wirksamste!

Ein Unterschied im Zeitpunkt des Schlüpfens zwischen Männchen und Weibchen ergab sich nicht.

*Helion aequator* überwog mit seinem Anteil von 32% des gesamten Parasitierungsprozentes alle anderen Parasiten; er scheint den *Tetropium*-Arten besonders angepaßt zu sein.

Überwinterung in der Regel als Larve im Wirt.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt; *Tetropium castaneum* (Ratzeburg). *Callidium violaceum* Lin. (Elliot und Morley).

## β) Ichneumonidae.

### *Pimplinae.*

#### a) *Ephialtes planifrons* Thoms. (Abb. 17.)

<i>Ephialtes planifrons</i>	C. G. Thomson	1877.	Op. Ent. VIII.
"	"	1895.	" " XIX.
"	Schmiedeknecht	1907.	Op. Ichn. XV.

Schwarz. Beine rotgelb nur die Hinterschenkel an der Spitze angedunkelt. die Hinterschienen an der Außenseite und zur Spitze sowie die Hintertarsen dunkelbraun.

Kopf breiter als lang; Stirn über den Fühlern etwas eingedrückt; glatt glänzend. Gesicht matt, punktiert, etwas weißlich behaart. Fühler schwarz; Fühlerschaft tief ausgeschnitten. Taster gelb. Zwischenraum zwischen den Augen und der Basis der nicht-gestreiften Mandibeln deutlich. Parapsidenfurchen nicht über das erste Drittel des Mesonotums hinausgehend. Hinterleib gestreckt. matt, stark lederartig punktiert. Segment 1 konisch, vorne mit zwei scharfen — nach vorn divergierenden Kielen, die sich rückwärts in einen flachen Grat vereinigen. Segment 2 länger als breit, von der Mitte des Vorderrandes jederseits ein seitlicher nach rückwärts verlaufender bogiger Eindruck (winkelig). Segment 3 bis 5 quadratisch mit stärkeren Höckern. Flügel hyalin. Stigma breit, an der Basis kurz, hell; Nervellus in der Mitte gebrochen. Das letzte

Tarsenglied der Hintertarsen doppelt so lang als das vorhergehende. Bohrer von Körperlänge; Bohrerklappen kurz behaart. 13 bis 15 mm lang.

Vorkommen: Von Thomson nach schwedischen Tieren beschrieben. Schmiedeknecht erhielt verschiedene ♀ aus Thüringen.

Wirte bisher unbekannt.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium fuscum* in Fichte. Südmähren. Geschlüpft Anfang Mai. Ferner zog ich diesen Parasiten aus Larven der als selten bezeichneten *Saperda punctata*.



Abb. 17. *Ephialtes planifrons*.



Abb. 18. *Rhyssa persuasoria* L. ♂.

*Saperda punctata* trat in den von der Graphiose (*Graphium ulmi* Sch.) befallenen Ulmen im Prater bei Wien sehr häufig auf, war da keineswegs selten.

#### b) *Rhyssa persuasoria* L. (Abb. 18.)

*Ichneumon persuasorius* Linné 1758 Syst. nat. X.

*Pimpla persuasoria* Fabricius 1804, Syst. Piez.

*Rhyssa* „ Gravenhorst 1829, Ich. Eur. III.

„ „ Ratzeburg 1848, S. d. F. J.

„ „ Holmgren 1860, Pimpl.

„ „ Taschenberg 1863, Z. f. d. g. N. XXI.

„ „ Schmiedeknecht 1907, Op. Ichn. XV.

Schwarz, zuweilen ins Braune spielend. Beine gelb bis rötlichgelb; Hinterschienen und Hintertarsen angedunkelt; Hüften zuweilen dunkelfleckig. Thorax mit  $\pm$  ausgedehnter weißer Zeichnung, bei großen Exemplaren tritt sie am reichsten auf, namentlich an den Brustseiten.

Kopf breiter als lang, hinter den Augen erweitert. Stirn über den Fühlern eingedrückt. Beim ♀ nur die Augenränder, beim ♂ auch das Gesicht weißlichgelb. Taster gelb. Thorax länger als hoch. Mesonotum dreiteilig; der mittlere Teil stark gebuckelt, stark querrunzelig; Schildchen mit Spuren von Querrunzeln; Metathorax ziemlich glänzend fein runzelig punktiert, in der Mitte mit 2 Längsstreifen in der Vorderhälfte, die eine Längsfurche begrenzen. Segment 1 mit 2 nach rückwärts verflachenden Längsstreifen,



in der Regel mit weißem Endrand (oft fehlend!); die folgenden Segmente beiderseits mit 2 weißen Flecken. Vorderhälfte der ♀ Segmente matt, Hinterhälfte glänzend. — Stigma braun; Flügel leicht getrübt.

Größe sehr wechselnd, kann bis 30 mm erreichen.

**Lebensweise:** Dieser in ganz Europa und in Nordamerika vorkommende Parasit von weltweiter Verbreitung lebt parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabriele* Weise. Überwinterung zum Großteil als Larve im Kokon, in der Puppenwiege des Wirtes. Die vollwüchsige *R. persuasoria*-



Abb. 19. *Rhyssa persuasoria* L. Kokon in der Puppenwiege des Käfers (s. auch Abb. 16 a)

Larve verläßt die Wirtslarve im Präpupalstadium in der Puppenwiege. Kokon leicht gelblich, schwach glänzend.

Auch bei den durch diesen Parasiten befallenen *Tetropium*-Larven macht sich eine Verringerung des Aktionsradius der Wirtslarve bemerkbar. Ähnlich wie bei *Helcon aequator*; dahingehend daß die Puppenwiege von den parasitierten Larven nicht tief in den Hölzkörper, sondern knapp unter der Oberfläche, in manchen Fällen nur 1 mm unter dieser angelegt wird. (Abb. 19 und Abb. 16 a.)

Schwärmzeit Ende April, Anfang Mai. Ich erhielt nur ♂♂.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt:

*Sirex gigas* (Schmiedeknecht, Bignell).

*Xeris spectrum* (Ratzeburg).

*Paururus juvenis* (Schmiedeknecht).

*Serropalpus* (Fiske, Erné).

*Monochammus scutellator* } Provancher.  
*confusor* }

In dem neueren amerikanischen Schrifttum findet sich eine Notiz über *Rhyssa lineolata* Kirby, wohl *Rhyssa lineolata* Kriechbaumer, denn der Auturname Kirby dürfte von Blackman und Stage angewendet worden sein, weil die 1837 von Kirby beschriebene *Cryptocentrum lineolatum* Kirby (Fauna bor. Amer. IV. 1837 S. 260) mit *Rhyssa lineolata* Kriechbaumer (1887!) identisch sein dürfte! Im weiteren Text heißt es dann aber *Rhyssa (persuasoria) lineolata*. Als Wirte werden von dieser, unserer *R. persuasoria* sehr nahe stehenden Art angegeben: *Sirex spectrum*, *Sirex cyaneus*, *Monochammus*, weiter wurde sie von den beiden Autoren aus *Phymatodes dimidiatus* Kirby, der in der amerikanischen Lärche (*Larix laricina* Koch) eine ähnliche Rolle spielt wie *Tetropium Gabrieli* in unserer Lärche, gezogen.

Es wurde dies deshalb angeführt weil *Rhyssa* in Europa und in den U. S. A. bisher noch nicht aus *Coleopteren* gezogen wurde, sondern nur in Kanada.

Das Auftreten von *R. persuasoria* in *T. Gabrieli* ist das erste in Europa festgestellte Vorkommen dieser Art als Bockkäferparasit.

### c) *Clistopyga sauberi* Brauns.

*Clistopyga sauberi* Brauns 1898, Arcl. V. F. N. Mehl.

„ „ Schmiedekn. 1907, Opuscul. Ich. XV.

„Schwarz; Fühler, Palpen und Beine fast ganz rot, ebenso die Endhälften der unteren Analplatte. Fühler kurz; Kopf und Thorax nur schwach und zerstreut punktiert.“

Kopf quer, nicht aufgetrieben, Stirn fast eben. Augen stark vortretend. Taster hellbraun. Fühlergeißel 21gliedrig rot, oben dunkler. Beine rot, Hüften an der Basis geschwärzt; Hinterschienen vor der Basis und im Enddrittel dunkler und unterhalb des gewöhnlichen Basisfleckes mit der Andeutung eines gelblichen Ringes, Tarsen dunkel. Mesonotum deutlich dreilappig.

Radialzelle lanzettförmig. Areola fehlt. Nervellus gebrochen. Erstes Segment etwas länger als breit; die mittleren Segmente quadratisch, mit schwachen Seitenhöckern. Das letzte Bauchsegment bildet eine lange fast bis zur Spitze reichende Afterdecke, von welcher die Basis des Bohrers verdeckt ist. Bohrer etwas kürzer als der halbe Hinterleib, leicht nach oben gebogen. Länge 7 bis 9 mm.

Schmiedeknecht gibt als Fundorte dieses seltenen Tieres Hamburg und Schwerin an.

Wirte bisher unbekannt.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. (Südmähren.)

### d) *Xylonomus* sp.? nahe *praecatorius* F.

Von einer Beschreibung des Tieres wird Abstand genommen, da sie zu einem späteren Zeitpunkt von anderer Seite erfolgen wird. Es sei hier nur eine kurze allgemeine Charakteristik gegeben.

Schwarz. Beine rotgelb, Hinterschienen mit Ausnahme der Basis dunkelbraun, Hintertarsen dunkelbraun. Die hinteren Trochanteren teilweise angedunkelt. Kopf breiter als lang, glänzend, schwarz, hinten schmal rot. Gesicht, innere Augenränder weißgelb. Thorax punktiert, mattglänzend. Metavotum fünffeldrig. Hinterleib punktiert, matt. Segment 1 mit 2 feinen Längskielen; etwas eingeschnürt; etwa 3mal so lang als breit. Segment 2 länger als breit. Segment 3 kaum länger als breit. Stigma an der Basis weiß. Länge 11 mm.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium fuscum*. Überwinterung als Larve im Kokon. Geschlüpft Anfang Mai. Südmähren.

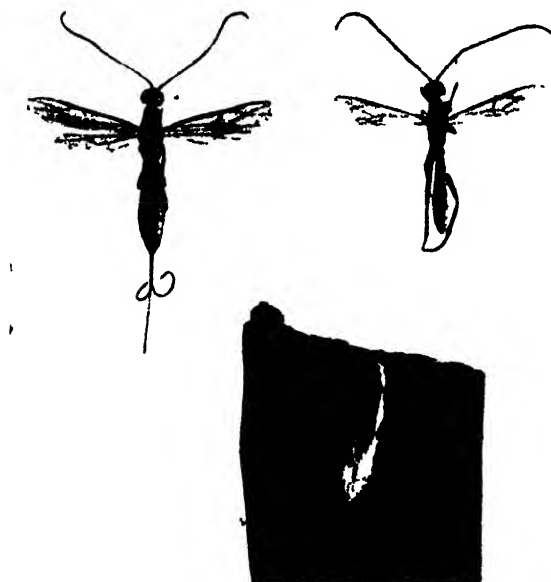
Von dem nahestehenden *praecatorius* sind als Wirte im Schrifttum bekannt: *Callidium sanguineum* Lin., *Callidium variabile* Lin., *Saperda scalaris* Lin. (Elliot und Morley.)

**e) *Xylonomus brachylabris* Kriechb. (Abb. 20.)***Xylonomus brachylabris* Kriechbaumer 1889, Ent. Nachr. XV... *ater* Ratzeburg, Ichn. d. F. J. II.

.. „ Holmgren 1860, Sv. v. Ak.

.. *brachylabris* Schmiedeknecht 1907, Op. Ich. XVII.

♀ Schwarz. Palpen hell, Clypeus rötlich, die inneren Augenränder und die Unterseite des Schaftes gelblichweiß. Scheitel meist braunrot gezeichnet. Beine rötlich, die vorderen Hüften und Trochanteren heller gelb. Die Hinterhüften und hinteren Trochanteren an der Basis schwärzlich. Die Hinterschienen mit Ausnahme der Basis und die Hintertarsen dunkelbraun. Vorderschienen stark aufgetrieben durchscheinend.

Abb. 20. *Xylonomus brachylabris* ♂, ♀ und Kokon

Nervellus unter, selten in der Mitte gebrochen. Ohne Areola. Hinterleib matt. Bohrer aus einer Bauchspalte entspringend. Länge 8 bis 13 mm. Bohrer 8 bis 10 mm. Hinterleib 7 bis 8 mm.

♂ Gesicht, Clypeus, Schaft unten, Vorderhüften, Vordertrochanteren weißlichgelb. Schienen einfach. Hinterleib schmal. 8 bis 12 mm.

Vorkommen: Zerstreut im mittleren Europa.

Lebensweise: Parasitisch in den Larven von *Tetropium Gabrieli* Weise und *Tetropium fuscum*. Die *X. brachylabris*-Larve verläßt ihre Wirtslarve sowohl zwischen Rinde und Holz, als auch - allerdings seltener - erst in der Puppenwiege. Wenn das Verlassen der Wirtslarve zwischen Rinde und Holz erfolgt, so stets erst dann, wenn die Wirtslarve schon die ersten Anstalten zur Anfertigung einer Puppenwiege getroffen hat, was an der Form des Larvenganges zu erkennen ist.

Der Kokon, der neben der toten Wirtslarve angefertigt wird, ist in der Regel weißlich (selten mit einem Stich ins Gelbe), völlig hyalin, durchscheinend und glänzend; nur an den beiden Polen durch vorstehende Gespinstfäden etwas rauh. (Abb. 20.) Das fertige Tier verläßt den Kokon an der Spitze.

Schwärmzeit: Ende April bis Anfang Mai und unter günstigen Klimaverhältnissen auch Mitte bis Ende August. ♀ und ♂ schlüpfen gleichzeitig. Geschlechtsverhältnis dürfte 1:1 sein.

1927 war die Generation einfach. 1928 ergab sich bei diesem Parasiten eine doppelte Generation, übereinstimmend mit der doppelten Generation des Wirtstieres.

Sowohl aus der Häufigkeit dieses Parasiten, wie auch aus dem Zustandekommen einer doppelten Generation übereinstimmend mit der des Wirtes, darf wohl mit Recht angenommen werden, daß *X. brachylabris* an die Lebensweise der *Tetropium*-Arten und ihre Anforderungen an die Umweltfaktoren besonders angepaßt ist und daher von biozönotischem Gesichtspunkt ganz besondere Beachtung verdient.

Aus dem Schrifttum sind als Wirte bekannt: *Tetropium castaneum* (Ratzeburg). Ratzeburg hat auch die Ansicht ausgesprochen, daß er überdies in Kiefernbewohnern schwarzroten dürfte.

#### f) *Xylonomus irrigator* F.

*Ichneumon irrigator* Fabricius 1793, Ent. Syst.

*Bassus irrigator* Fabricius 1804, Syst. Piez.

*Xylonomus irrigator* Gravenhorst 1829, Ichn. Ew. III.

.. .. Holmgren 1860, Sv. vetak. H. III.

.. .. Taschenberg 1863, Z. f. d. g. N. XXI.

.. .. Thomson 1877, Op. Ent. VIII.

.. .. Schmiedeknecht 1907, Op. Ichn. XVII.

Schwarz. Schaft unten rostrot (mitunter auch dunkel); Fühlergeißel des ♀ mit weißem Ring. Flügel fast hyalin, in der Basis der Radialzelle eine kurze rauchige Trübung; Stigma braun, an der Basis breit, weißlich; Tegula braun. Beine rot, Hüften, Trochanteren schwarz, alle Schenkel dunkelbraun, auch die Schienen zum Teil verdunkelt, doch die Vorder-schienen meist heller. Hinterleib schwarz, jedoch Segment 1 und 2 oder 1 bis 3 ganz und 3 zur Hälfte rotbraun.

Runzelig punktiert, fast matt. Kopf nach hinten nicht erweitert. Fühler schlank, besonders beim ♂ dicht und fein behaart. Metathorax oben mit 5 vollständigen Feldern, hinten mit Seitendornen. Nervellus in der Mitte gebrochen. Die Beine kräftig. Segment 1 leicht gekrümmt, länger als die Hüften, hinter den Luftlöchern eingeschnürt und mit tiefem Eindruck; die beiden Längskiele reichen bis zum Ende, doch nach hinten schwächer werdend. Segment 2 quer (♀) oder etwas länger als breit (♂), beiderseits an der Basis mit Schrägeindruck. Bohrer etwas kürzer als der Hinterleib. Länge 10 bis 13 mm.

Vorkommen: Im größten Teil von Europa. Wirte bisher unbekannt.

Larvenbeschreibung: Die Larve (Abb. 4, Tafel III) ist hell gelbweißlich. Länge der vollwüchsigen, verpuppungsreifen Larve 10 bis 12 mm; größte Breite 3 mm. Die Form ist spindelförmig, d. h. in der Mitte am stärksten, nach beiden Enden konisch zulaufend; zwölfringig ohne Kopf und Aftersegment. Die Leibesringe von 4 bis zum drittletzten in der Horizontalen etwas verbreitert. Oberfläche sehr fein hautartig chagrinirt. Auf der Oberseite eine feine in der Mitte vom zweiten bis zum vorletzten Leibesring

verlaufende Linie freilassend. Mundgerüst siehe Abb. 5, Tafel III. Mandibeln (Abb. 6, T. III) kräftig, stark chitiniert, gegen die Basis noch 7 bis 8 Zähnen, die etwas einwärts gebogen und schwächer chitiniert sind. Anlagen der Labial- und Maxillarpalpen deutlich. In der Zone des Mundgerüsts sehr feine Tastborsten. Fühler eingliedrig.

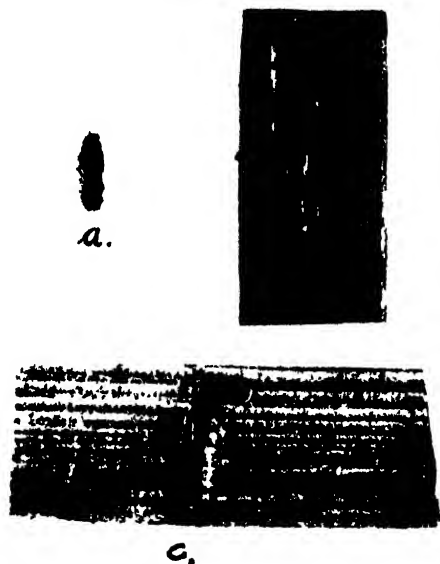


Abb. 21. a Kokon von *Xylonomus irrigator*. b, c Kokon von *Xorides collaris* Grav.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium (gabrielii)* Weise. Überwinterung als Larve im Kokon zwischen Rinde und Holz. Form und Farbe des Kokons ähnlich dem von *Xorides collaris*, doch meist rauher, dunkler braun, und kürzer. (Abb. 21 a.) Die Kokonbildung geht stets zwischen Rinde und Holz vor sich.

#### g) *Xorides collaris* Grav. (Abb. 22.)

- Xorides collaris* Gravenhorst 1820, Ich. Eur. III.  
 " " Holmgren 1860, Svensk. vet. ak. III.  
 " " Taschenberg 1863, Z. f. g. N. X.  
 " " Schmiedeknecht 1907, Op. Ich. XVII.

Den *Xylonomus*-Arten sehr ähnlich, wenigstens die Weibchen; doch ist der Kopf weniger kugelig. Areola fehlend wie bei diesen. Metathorax nicht gefeldert! Hinterleib glänzend.

♀ Kopf und Thorax fein runzelig punktiert; Hinterleib äußerst fein gerunzelt gegen das Ende mehr glatt. Schwarz, die inneren Augenränder, Rand des Prothorax und Tegula weißlich. Fühlerbasis unten rötlich. Flügel kaum getrübt; Stigma gelblich. Beine rot. Hinterschienen, Hintertarsen schwärzlich, Hinterschenkel häufig angedunkelt. Die Einschnitte der vorderen Hinterleibssegmente in der Regel bleich. Länge 13 bis 19 mm. Bohrer 8 bis 10 mm.

♂ stimmt mit dem ♀ überein, jedoch der Hinterleib viel schmaler, länger und lackglänzend, glatt. Gesicht und Fühlerwurzel weißgelb. Vorderbeine mehr gelblich, Hintersehenkel zuweilen ganz verdunkelt. Länge 13 bis 24 mm.

Vorkommen: Nord- und Mitteleuropa.

Larvenbeschreibung. Die vollwüchsige verpuppungsreife Larve ist 11—14 mm lang; größte Breite in der Mitte 3 mm. Weiß mit einem geringfügigen Stich ins gelbliche (durchschimmernder Körperinhalt). Zwölfringig ohne Kopf und Aftersegment. Spindelförmig, aber nach rückwärts stärker verjüngt als nach vorne. Die einzelnen Leibesringe vom 5. bis 10. rückenseits etwas hochgewölbt. Matt, wenig glänzend, feinst hautartig chagrinirt. Oberseits mit einer feinen, nicht chagrinirten Mittellinie vom 2. bis zum vorletzten Leibesring. Kopf kräftig. Aftersegment schmal, länger als breit; (Abb. 1, 2.

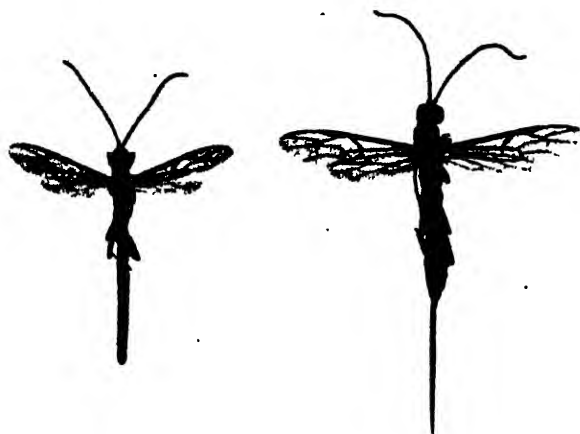


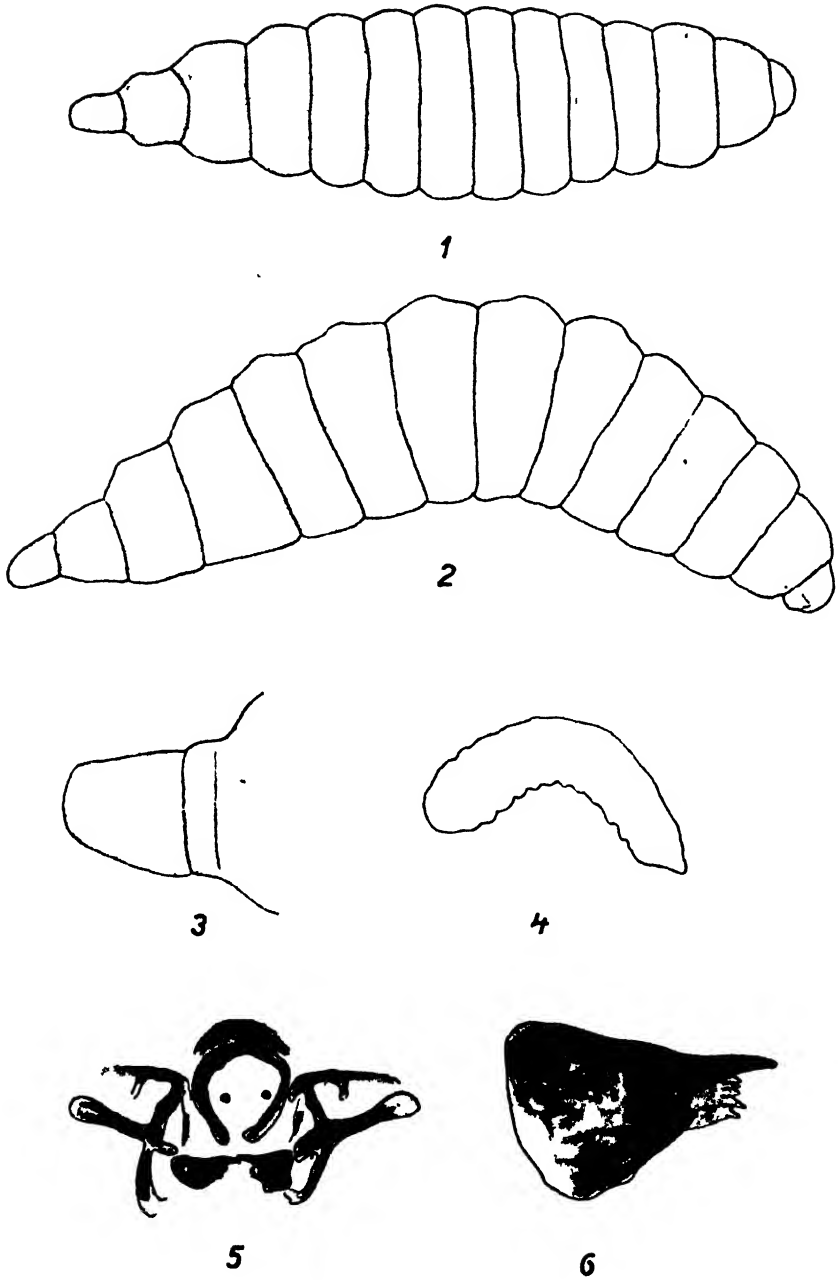
Abb. 22. *Xorides collaris* ♂, ♀.

3 in Tafel IV.) Besonders augenfällig bei Ansicht von oben (Abb. 1, 3, Tafel IV). Aftersegment an der Basis oft mit einer sehr feinen Querlinie. — Bei der Junglarve ist das Analsegment  $\perp$  spitzig ausgezogen (Abb. 4. Tafel IV).

Durch das lange und verhältnismäßig schmale Aftersegment unterscheidet sich die *Xorides collaris*-Larve von der sonst recht ähnlichen *Xylonomus irrigator*-Larve.

Mundgerüst: Abb. 5, Tafel IV. Die Mandibeln sind kräftig, stark chitinisirt, neben dem großen und kräftigen Mandibelhaken, noch 6—7 Zähnen, von denen meist die mittleren oder die zwei vorletzten am größten und kräftigsten sind. Diese Zähne sind in der Regel gerade, nicht wie bei *Xylonomus irrigator* F. etwas einwärts gebogen. Abb. 6, Tafel IV.

Lebensweise: Die Larve lebt parasitisch in den Larven von *Tetropium Gabrieli* und *T. fuscum*. Die *X. collaris*-Larve erreicht in der Regel ihre Vollwüchsigkeit bevor noch die *Tetropium*-Larve die Puppenwiege oder auch den Eingang zu dieser angelegt hat. In der Regel stirbt also die Wirtslarve vor Erreichung ihrer Vollwüchsigkeit ab. Die Parasitenlarve nimmt ihren Weg in der Gegend der Brustringe der Wirtslarve ins Freie und fertigt ihren Kokon neben der Leiche an. Dieser Vorgang vollzieht sich in der Regel im Herbst. Die Überwinterung erfolgt daher im Kokon im Präpupalstadium.



Tafel IV.

1 Vollwüchsige Larve von *Xoride collaris* Grav. von oben. 2 Dieselbe von der Seite. 3 Analende der *X. collaris*-Larve. 4 Jugendstadium der *X. collaris*-Larve. 5 Mundgerüst der vollwüchsigen Larve von *X. collaris*. 6 Mand bei derselben.

In einem einzigen Fall wurde der Kokon in der fertiggestellten *Tetropium*-Puppenwiege vorgefunden. Am häufigsten zwischen Rinde und Holz und zwar am Rindenkörper befestigt oder auch in der begonnenen Eingangsröhre zur Puppenwiege; in letzterem Fall war jedoch von der Wirtslarve in der Regel nur die Eingangsröhre aber nicht mehr die Puppenwiege angelegt worden. Abb. 21 b, c. Hier muß sich also die Parasitenlarve vor der Verpuppung umdrehen. Der Aktionsradius der Wirtslarve wird also besonders durch *X. collaris* bedeutend eingeschränkt. Die technische Schädlichkeit der *Tetropium*-Arten nimmt demnach mit steigendem Parasitierungsprozent durch *X. collaris* ab.

Der Kokon ist spindelförmig, in der Mitte am breitesten, nach den Enden konisch zulaufend; hell bis dunkelpechbraun (die Farbe wechselt), äußerlich mit hellgelben feinen Gespinstfäden behaftet, die sich an den beiden Enden dichter vorfinden und hier auch oft an die Unterlage befestigt sind.

Schwärmzeit: Ende April, Anfang Mai. Die Männchen erschienen einige Tage früher als die Weibchen. Die Geschlechter wurden in gleicher Zahl erhalten.

Aus dem Schrifttum sind bereits als Wirte bekannt: *Tetropium castaneum* (Ratzeburg) und *T. fuscum* (Schmiedeknecht).

Die Beschreibung der Pimplarten erfolgte der Hauptsache nach nach Schmiedeknecht.

## *Ophioninae.*

### h) Campoplegini.

Eine hierhergehörige kleine Art wurde aus *Tetropium fuscum* erhalten.

#### i) *Pyraemon xoridiformis* Hlgr. (Abb. 23.)

*Pyraemon xoridiformis* Holmgren. 1858.

.. *xoridoideus* Strobl. 1903.

.. *xoridiformis* Schmiedeknecht 1909.

.. „ Clément 1924.

„Kopf<sup>1)</sup> kubisch, hinten fast gerade abgeschnitten, hinter den Augen schwach erweitert, sehr fein und äußerst dicht skulptiert, bei starker Vergrößerung zerstreut stehende, sehr wenig auffällige Punkte in dicht chagriniertem Untergrunde erkennbar, ganz matt; unterer Mandibelzahn etwas größer als der obere; Clypeus flach, vom Gesichte nicht getrennt, matt auf der Scheibe mit einigen zerstreuten, größeren Punkten; sein Vorder- rand in eine kräftige, etwas erhabene Mittelspitze ausgezogen; Kopfschildgruben flach und verwischt; Gesicht flach, ein Mittelhöcker kaum erkennbar, im matt chagrinierten Untergrunde etwas kräftiger punktiert als der übrige Kopf; Wangenanhang lang; Scheitel sehr lang. Mesonotum sehr fein chagriniert und äußerst fein und dicht punktiert, fast matt; Spekulum klein, schwach poliert und schwach glänzend, bei starker Vergrößerung eine äußerst feine Längsriefung erkennbar; Metathorax schwach gefeldert; area basalis

<sup>1)</sup> Beschreibung nach Clément.



lang und schmal, flach; area superomedia pentagonal, hinten nicht geschlossen und in die gut umleistete area petiolaris übergehend; costula und costa lateralis ganz oder fast ganz fehlend; Luftlöcher kreisrund. Hinterleib durch den starken Glanz seiner hinteren Tergite auffallend; Tergit 1, 2 und das Vorderdrittel von 3 nicht skulptiert, schwach

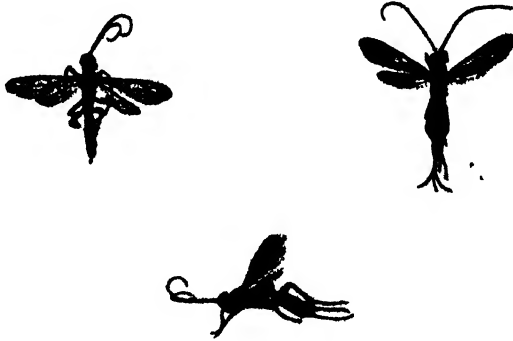


Abb. 23. *Pyracmon zordiformis* ♂, ♀.

glänzend; die zwei Hinterdrittel von 3 sowie die folgenden Tergite stark glänzend, fast poliert, selbst bei starker Vergrößerung keine erkennbare Skulptur zeigend, nur mit äußerst feinen zerstreuten Punkten versehen; Tergit 1 mehr als dreimal so lang als am Hinterrande breit, am Grunde schwach grubig vertieft; sein Hinterrand breit poliert und glänzend; Bohrer des ♀ zwei Drittel so lang wie der Hinterleib. Flügel: Areola wechselnd zuweilen schwach pentagonal, zuweilen kurz gestielt, den rücklaufenden Nerv kurz vor dem, zuweilen fast im Außenwinkel aufnehmend; Nervellus tief unten gebrochen, sehr stark antefurkal, einen kräftigen Nerv aussendend. Schwarz, grau behaart; beim ♀ Palpen blaßgelb; Mandibeln blaßgelb mit dunkleren Zähnen; Vorderrand des Clypeus und Wangenecken ziemlich breit rotbraun, Hüften I ganz rot bis rotbraun, Hüften II an der Spitze breit, Hüften III an der Spitze schmal rotbraun. Der Rest aller Beine rotbraun, Knie und Schienen III mit ihren Spitzen mehr oder weniger schwarzbraun. Beim ♂ Palpen, Unterseite des Fühlerschaftes, Mandibeln mit Ausnahme der schwarzbraunen Spitzen, Kopfschild mit Ausnahme des rötlichen Vorderrandes, Gesicht mit kurzer, über die Fühlerwurzel nach oben hinaufreichender innerer Augenlinie und breites unteres Wangenende zitronengelb, in der Gesichtsmitte eine schwarzbraune Strieme, die zwischen den Fühlern schmal beginnt, dann 2mal buchtig erweitert ist und eine ungefähr glockenförmige Gestalt hat; Prosternum über den Vorderhüften gelbbraun gefleckt; Hüften I und II mit ihren Trochanteren und Trochantellen zitronengelb, der Rest der Beine rot; Knie und Schienen III mit ihren



Abb. 24. Kokon v. n.  
*Pyracmon zordiformis*

Tarsen mehr oder weniger schwarzbraun. Bei beiden Geschlechtern Tegulae, hellgelb Geäder und Stigma hellbraun. Länge 11–13 mm, Bohrer 5 mm“.

Vorkommen: Mitteleuropa.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium fuscum*. Das Auftreten war ein häufiges! Die Larve verläßt das Präpupalstadium

der Wirtslarve in der Puppenwiege, wo auch der Kokon zu finden ist. Der Kokon (Abb. 24) ist gelb, glänzend, mit spärlichen Gespinstfäden auf der Außenseite. Er unterscheidet sich von manchen ähnlichen *Xylo-nomus*-Kokon durch ein dunkleres Gelb und einen stärkeren Glanz.<sup>1)</sup> Schwärmzeit Anfang bis Ende Mai. Männchen seltener als die Weibchen.

#### j) *Pyracmon xoridoideus* Strobl.

*Pyracmon xoridoideus* Strobl 1903

„ „ Clément 1924.

Das ♀ unterscheidet sich von der vorigen Art durch den matten, zwischen den Punkten deutlich skulptierten Hinterleib. Schenkel III rot. Metathorax unvollständig gefeldert, costa lateralis fehlend; costula meistens ganz fehlend oder nur am Beginn schwach angedeutet. Bohrer länger als der halbe Hinterleib.

♂ Stigma schwarzbraun; Gesicht entweder ganz gelb oder nur mit kleinem dunklen Fleck unterhalb der Fühler; Tergit 3 und folgende matt, bei starker Vergrößerung zwischen den Punkten deutlich skulptiert.

Länge: ♂ 10–12 mm, ♀ 9–11 mm, Bohrer 3 mm.

Vorkommen. Mitteleuropa.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium fuscum*. Alles übrige wie bei *P. xoridiformis*. Geschwärm: Ende April, Anfang Mai. — Wirte bisher nicht bekannt.

#### k) *Pyracmon lucidus* Clément.

*Pyracmon austriacus* Strobl (nec Tschek) 1903.

„ „ *lucidus* Clément 1924.

Zur Untersuchung von den beiden vorhergehenden Arten sei angegeben:

♀ Clypeus im Vorderteil auffallend glatt und glänzend; selbst bei stärkster Vergrößerung zwischen den Punkten nur eine äußerst feine Retikulation zeigend; Spirakeln des Methatorax rundlich oval.

♂ Gesicht ganz schwarz ohne gelbe Längstreifen unter der Fühlerbasis, sonst wie beim Weibchen.

Charakteristisch ist der starke Glanz des Hinterkopfes und des Mesonotums wie des Kopfschildes.

Länge: ♂ 11–14 mm, ♀ 10–14 mm, Bohrer 4,5–6 mm.

Vorkommen: Bisher vorwiegend aus den Alpen bekannt. — Wirte unbekannt.

Lebensweise: Parasitisch in der Larve von *Tetropium Gabrieli* Weise. Sonst übereinstimmend mit der der beiden vorangehenden Arten; jedoch seltener. Geschwärm Anfang Mai.

Im fachlichen Schrifttum ist noch als Parasit von *Tetropium*:

*Aspigonus contractus* Rtzbg. angegeben (Escherich). Diese Art habe ich leider nicht erhalten und konnte sie auch nicht beobachten.

<sup>1)</sup> Der *X. brachylabris*-Kokon ist hyalin, glänzend, und nie so tiefgelb wie der *Pyracmon*-Kokon.

### Zusammenfassung der Beobachtungsergebnisse rücksichtlich der Parasiten und die praktischen Folgerungen, wie ihre Handhabung.

Wie in den Ausführungen über die einzelnen Parasitenarten dargelegt wurde, war die Häufigkeit der einzelnen Arten eine verschiedene. Diejenigen Arten, welche am häufigsten auftreten, wie an erster Stelle *Helcon aequator* Nees, dann *Pyraemon xoridiformis* Hlgr., *Xorides collaris* Grav. und *Xylonomus brachylabris* Kriechb., endlich auch noch *Rhyssa persuasoria* L., und jene, welche die doppelte Generation mit *Tetropium* mitmachen wie *Xylonomus brachylabris* erscheinen als die Wirksamsten und zum Teil auch der Lebensweise des Wirtes besonders angepaßt, daher für die praktische biologische Bekämpfung auch von besonderer Bedeutung.

Hinsichtlich der Wirksamkeit der einzelnen Parasiten muß in der Betrachtungsweise naturnotwendig eine Trennung vorgenommen werden, beziehungsweise eine Wertung der Wirksamkeit von verschiedenen Gesichtspunkten aus erfolgen.

Die Wirksamkeit eines Parasiten steigt natürlich mit seiner Häufigkeit als Schmarotzer eines bestimmten Wirtes. Je höher der Anteil eines Parasiten an dem Gesamtparasitierungsprozent ist, desto bedeutungsvoller, desto wirksamer ist er; desto größer ist sein Wirkungswert, der sich in der Herabminderung der Nachkommenschaft ausdrückt.

Die Häufigkeit eines Parasiten steht, wie bereits gezeigt wurde, in einem Abhängigkeitsverhältnis von der Schwärmzeit. Diejenigen Parasiten sind im allgemeinen die häufigsten, deren Schwärmzeit in der Mitte des zweiten Drittel oder knapp vor der Mitte der Schwärmzeit des Wirtes ihre größte Dichte haben, oder deren Schwärmzeit zeitlich mit der des Wirtes übereinstimmt. Die am Beginn der Schwärmzeit des Wirtes schlüpfenden Parasiten sind in der Regel weniger häufig, weniger den Lebenserscheinungen des Wirtes angepaßt.

Mit Rücksicht auf die Häufigkeit läßt sich für unsere beiden *Tetropium*-Arten eine Wirksamkeitsreihe mit dem häufigsten Parasiten an der Spitze aufstellen:

- |   |   |
|---|---|
| 1. <i>Helcon aequator</i> Nees            | 10. <i>Xylonomus</i> sp?                  |
| 2. <i>Pyraemon xoridiformis</i> Hlgr.     | 11. <i>Atanycolus sculpturatus</i> Thoms. |
| 3. <i>Xorides collaris</i> Grav.          | 12. <i>Pyraemon lucidus</i> Clément       |
| 4. <i>Xylonomus brachylabris</i> Kriechb. | 13. <i>Doryctes obliteratus</i> Nees      |
| 5. <i>Rhyssa persuasoria</i> L.           | 14. <i>Clistopyga sauberi</i> Brauns      |
| 6. <i>Xylonomus irrigator</i> F.          | 15. <i>Atanycolus initiator</i> Nees      |
| 7. <i>Atanycolus denigrator</i> L.        | 16. <i>Ephialtes planifrons</i> Thoms.    |
| 8. <i>Pyraemon xoridoideus</i> Strobl     | 17. <i>Campoplegini</i> Gen? sp?          |
| 9. <i>Atanycolus Neesi</i> Marsh.         |   |

Nachstehend soll eine Tabelle den gesamten Wirkungswert erkennen lassen, den die steigende Parasitierung — ihre praktische Beeinflussung ist später behandelt — in ihrer Gänze bewirkt hat. Es wird zu

diesem Zwecke in der folgenden Tabelle die ungehemmte Vermehrung des Käfers der durch die Gesamtparasitenwirkung gehemmten Vermehrung gegenübergestellt; es finden hierbei die Parasitierungsdurchschnittsdaten des Wirtschaftsganzen von Slavetic Anwendung. Hierbei wird das Geschlechtsverhältnis 1:1, weiter die Ablage von durchschnittlich 80 Eiern je *Tetropium*-Weibchen zugrunde gelegt; weiter wird noch angenommen daß weibliche und männliche Larven in gleichem Verhältnis parasitiert wurden.

	Periode	Ungehemmte Ver- mehrung			Durch Parasitenwirkung gehemmte Vermehrung									
		Es sind vor- handen Larven		Es schreiten zur Eiablage	Nachkommen- schaft		Es sind vor- handen Larven		Davon parasitiert	Es schreiten zur Eiablage	Nachkommen- schaft		Absoluter Wirkungswert	Wirkungs- prozent
		♂ + ♀	♂	♀	♂ + ♀	♂ + ♀	♀	♂ + ♀	♀	♂ + ♀				
I.	1926/27	100		50	4 000	100	20 %	40	3 200		800	20		
II.	1927/28	4 000		2 000	160 000	3 200	51 %	748	48 920		111 050	69		
III.	1928/29	160 000		80 000	6 400 000	48 920	75 %	6 365	509 200		5 890 800	92		

Es wurde hierbei von 100 Larven ausgegangen. Räuber und sonstige vermehrungshemmende Einflüsse wurden nicht berücksichtigt.

Der Wirkungswert gibt die Zahl an, um welche die Nachkommenschaft durch das Parasitierungsprozent der Muttergeneration herabgemindert wurde. Das Wirkungsprozent gibt den Hundertsatz an, um den die Masse der Nachkommenschaft durch die Parasitierung geringer ist, als wenn die Vermehrung ohne parasitäre Hemmung erfolgt wäre.

Die Zahlen der Tabelle sprechen deutlich für den großen Wert der Parasitierung. Siehe auch die graphische Darstellung Abb. 25.

Die Überlegung erfolgte unter Zugrundelegung einfacher Generation. Wird aber nun, wie dies 1928 der Fall war, nur für ein Jahr (in der Zeit von 1926—1929) doppelte Generation gebildet, so ergibt dies unter der Annahme, daß 1928 nur 50 % zur doppelten Generation schritten, für das Frühjahr 1929 bei ungehemmter Entwicklung einen Käferstand von 3 280 000 (gegenüber 160 000!) Aus diesen Zahlen, welche die große Bedeutung einer doppelten Generation des Käfers erkennen lassen, erhellt aber auch die steigende Bedeutung der Parasitierung mit der Zahl der Generationen des Wirtes.

Während die oben besprochene Wirksamkeit der Parasiten sich in der Herabminderung der Nachkommenschaft ausdrückt, also in der Zukunft sichtlich zur Auswirkung gelangt, kann bei den auch technischen Schädlingen, wie unseren *Tetropium*-Arten, noch eine zweite gleichzeitige Wirkung in der Gegenwart sich bemerkbar machen und zwar durch Verringerung bzw. auch Ausschaltung des technischen Schadens.

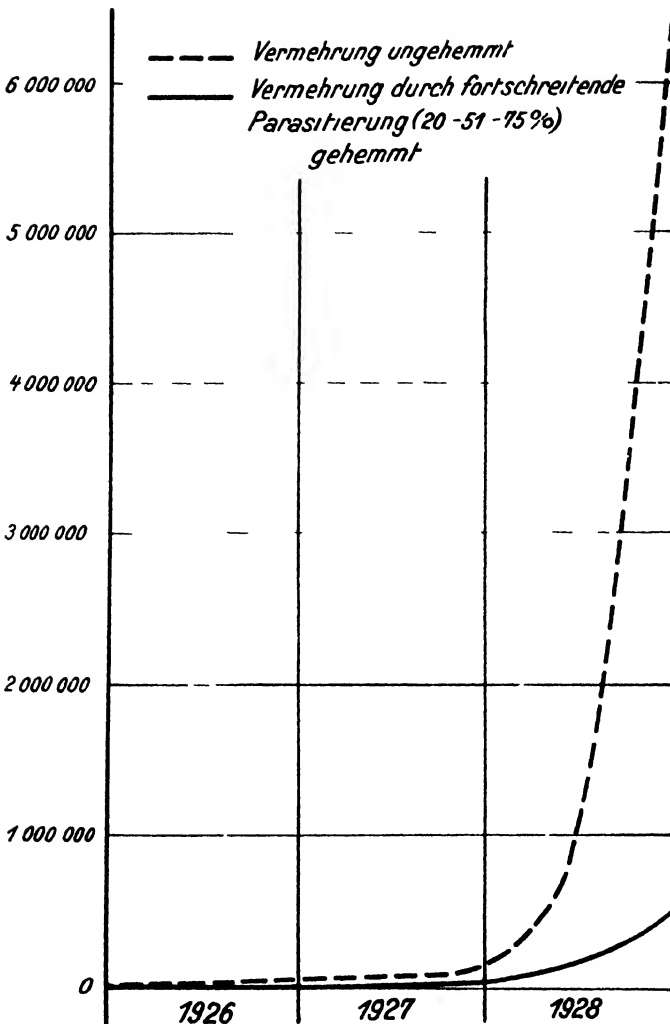


Abb. 25. Wirkung der Parasitierung durch Verminderung der Nachkommenschaft

Wie bei Besprechung der Lebensweise der einzelnen Parasiten betont wurde, verlassen manche die *Tetroprium*-Larve noch zwischen Rinde und Holz, andere während des Beginnes der Anlage des Hakenganges und endlich einige in der Puppenwiege. Bei allen drei Formen wird der Aktionsradius der Wirtslarve herabgemindert, nur der Grad der Herabminderung ist verschieden und seinerseits abhängig von der Entwicklungsgeschwindigkeit der Parasitenlarve.

Im allgemeinen lassen sich folgende drei Gruppen unterscheiden:

#### Gruppe A.

Der Hakengang wird überhaupt nicht angelegt. Die Parasitenlarve verläßt die Wirtslarve meist zwischen Rinde und Holz. Eine technische

Schädigung des befallenen Stammes unterbleibt meist gänzlich, wenn die *Tetropium*-Larve befallen ist von:

*Atanycolus Neesi* Marsh.

„ *sculpturatus* Thoms.

„ *denigrator* L.

„ *initiator* Nees

*Doryctes obliteratus* Nees.

Teilweise verhalten sich noch nach Gruppe A:

*Xorides collaris* Grav.

*Xylonomus brachylabris* Kriechb.

„ *sp.*

„ *irrigator* F.

#### Gruppe B.

Der Hakengang wird nur begonnen, nicht vollendet.

*Xorides collaris* Grav.

#### Gruppe C.

Die Puppenwiege wird ihrer Gänze nach wohl noch angelegt; doch ist der Aktionsradius der Wirtslarve derart herabgemindert, daß die Puppenwiege nur wenig tief im Holzkörper liegt, bei der Sägeware meist nach in den normalen Abfall fällt:

*Helcon aequator* Nees

*Rhyssa persuasoria* L.

*Xylonomus brachylabris* Kriechb. (siehe A).

„ *sp?*

*Pyraemon lucidus* Clément

„ *xoridiformis* Hllgr.

„ *xoridoidens* Strobl,

zum Teile auch

*Xylonomus irrigator* (selten, meist nach A.).

Diese drei Formen mindern also die technische Schädlichkeit in verschiedenem Grad herab. Wirkungsgruppe A schaltet sie völlig aus, Gruppe B teilweise und Gruppe C mindert sie in erträgliche Grenzen herab und zwar praktisch so weit, daß bei Sägeblochen die Puppenwiegen bereits in den normalen Abfall kommen, was bei Puppenwiegen gesunder *Tetropium*-Larven keineswegs der Fall ist.

Mit dem Parasitierungsprozent steigt somit bereits in der Gegenwart die Herabminderung des technischen Schadens!

Bei den drei Gruppen ergeben sich auch Abweichungen und Übergänge; so besonders bei *X. collaris*, der zu etwa 60 % die Wirtslarve zwischen Rinde und Holz verläßt, zu etwa 40 % sich nach Gruppe B verhält.

Für das verschiedene Verhalten der Parasiten in dieser Richtung kann ihr früheres oder späteres Schwärmen kaum verantwortlich gemacht

werden, wie z. B. *Rhyssa persuasoria* beweist! Jedenfalls ist das Maß der Herabminderung des technischen Schadens von der Entwicklungsgeschwindigkeit der einzelnen Parasitenarten abhängig. Demnach sind in den einzelnen Gruppen A, B und C Tiere mit annähernd gleicher Entwicklungsgeschwindigkeit zusammengefaßt.

Mit zunehmender Entwicklungsgeschwindigkeit der Parasitenlarve wird der Aktionsradius und der technische Schadensgrad der Wirtslarve herabgemindert.

Hand in Hand mit dem Studium der Biologie und der Lebensgemeinschaft wurde auch der Versuch einer **praktischen Durchführung biologischer Bekämpfung** unternommen.

Von Wichtigkeit für die biologische Bekämpfung ist die Kenntnis des Einflusses der äußeren Faktoren auf die Häufigkeit der Parasiten. Es mußte daher der Frage näher getreten werden: unter welchen Bestandesverhältnissen tritt das höchste Parasitierungsprozent auf? Im allgemeinen kann vorweg genommen werden, daß die Parasiten unter jenen Verhältnissen, die dem Wirt selbst zusagen, günstige Lebensbedingungen finden. Stämme, die nicht ständiger Besonnung oder ständigem Schatten ausgesetzt sind, werden bevorzugt. Die Verteilung am Stamm selbst ist aus den beiden Tabellen Seite 265 und 266 ersichtlich; demnach scheinen die Parasiten etwas höhere Kambialtemperaturen, als sie der größten Befallsdichte des Wirtes entsprechen, mitunter zu bevorzugen.

In der nachfolgenden Tabelle ist die Größe des Parasitierungsprozentes unter verschiedenartigen Bestandesverhältnissen ersichtlich; deutlich ergibt sich die Abhängigkeit des Parasitierungsprozentes vom Bestandesklima.

Gleichwie der Wirt selbst, so werden auch die Parasiten von der Kambialtemperatur beeinflusst, daher werden in weiterer Folge bereits die Eier von den Parasiten am häufigsten unter Verhältnissen abgelegt, die für die Brut günstig zu werden versprechen. Es muß hier angenommen werden, daß die eierlegenden Parasitenweibchen vorerst dem Duft, der von der im Abbau befindlichen Kambialzone herrührt, folgen, und dann erst die Suche nach den hier befindlichen Wirtslarven aufnehmen.

Aus der beigegebenen Tabelle ist ersichtlich, daß für die klimatischen Verhältnisse von Slavietitz i. J. 1928 in den beiden Extremen: tiefer Schatten am Grund der Schlucht in Abtlg. 23 und volle Sonne auf der Südexposition Abtlg. 25 g die geringste Parasitierung festgestellt werden konnte; die größte Parasitierung durchschnittlich in Beständen mit etwa „Halbschatten“ bis „ $\frac{2}{3}$ -Schatten“ auftrat. Weiter ist aus der Tabelle der Einfluß der Lage, des Kronenschlusses, der Holzartenmischung ersichtlich; es sei hier auf die bei der Generationsfrage behandelten Einflüsse des Bestandesklimas verwiesen. Auch die Neigung spielt eine Rolle; mit zunehmender Neigung wird bei gleicher Bestockung der Lichtgrad im Be-

**Das Parasitierungsprozent unter verschiedenen Bestandesverhältnissen (verschiedenem Bestandesklima).**

Abteilung. Unter- abteilung	Lage	Be- stockung	Alter	Boden- güte	Kronen- schluß	Para- sitie- rungs- prozent	Anmerkung
Schwarz- erde. 31 e.	Eben. Stämme 20 m vom OSO-Bes- tandes- rand.	Lärche rein.	110	V	0,4	39 <sub>1</sub>	Bestand in Verjüngung. <i>Tetropium</i> -Generation doppelt. <i>Tetropium</i> - Befall an Unterseite am dichtesten, an Oberseite tot.
Schwarz- erde. 30 c.	Eben.	0,9 Fi. 0,1 Kie. Lä.	120	V	0,9	60 <sub>1</sub> (—90)	An offenen Stellen Oxalis. Einzelne Hallimasch- löcher. <i>Tetropium</i> - Generation an Stamm- oberseite doppelt, an Stammunterseite ein- fach. Stellenweise Roh- humus.
Buchen- schlucht. 23 <sub>1</sub> .	OSO- Lehne.	0,2 Fi. 0,3 Kie. 0,5 Wbu. — Fi.	70	III	0,7—0,8	75 (—90)	Hallimasch. <i>Tetropium</i> - Generation doppelt und einfach.
23 <sub>2</sub> .	An der Sohle der Schlucht.	— „ — + Aho.	70	III bis IV	0,8	20	Unumgesetzte Streuauf- lage! Hallimasch! <i>Tran- metes radiciperda Tetro- pium</i> - Generation einfach!
Brand- wald. 31 f.	Eben.	0,9 Kie. 0,1 Fi.	90—100	III	0,8	57 <sub>1</sub>	<i>Tranmetes radiciperda</i> <i>Myrtillus</i> . — Halli- masch. <i>Tetropium</i> - Generation teils doppelt teils einfach.
Hohe Maisch. 28 i.	ONO- Lehne.	0,9 Fi. 0,1 Kie.	100	IV	0,9	60 (90-95)	Viel Rotfäule, auch Halli- masch, in 20cm Tiefe d. Bodens pH 4 <sub>2</sub> u. 5 <sub>2</sub> ! — auf lichterem Stellen Oxalis — sonst Auflage- streu. 20—40 m vom OSO - Bestandesrand. <i>Tetropium</i> - Generation doppelt und einfach.
34 k, 1, 36 a „Bei den Lärchen.“	Eben.	0,8 Kie. 0,2 Fi., Lä.	110	III bis IV	0,9	80	20 m vom Bestandesrand. <i>Tetropium</i> - Generation doppelt und einfach.
Braiter Teil. 25 g.	Gegen Süden geneigt.	0,8 Kie. 0,2 Fi., Lä.	110	IV	0,1—0,2	33 <sub>2</sub>	Verjüngungsfläche! Sonn- seitig. An der Oberseite <i>Tetropium</i> tot <i>Tetro- pium</i> -Generation dop- pelt. Wirt u. Parasiten nur Stammunterseite.
Buchen- schlucht. 23 e.	ONO	0,8 Fi. 0,1 Kie. 0,1 Lä.	110	IV	0,8	57	Oxalis. <i>Tetropium</i> -Gene- ration zum Teil doppelt.

Anmerkung: Beste Bonität V, schlechteste I. 1<sub>00</sub> voller Kronenschluß. Daten in Bezug auf 1928!



stand größer; hieraus erklärt sich z. B. zum Teil die geringere Parasitierung im Bestand 30 c als in 23 oder 28 i. Bei gleichem Kronenschluß wird bei verschiedenen Holzarten, verschiedenen Mischungsgraden auch die Temperatur im Bestand eine verschiedene.

Es ergibt sich somit, daß auch die Größe des Parasitierungsprozentes zum Teil vom Bestandesklima beeinflusst wird.

Leider verfügte ich nicht über die erforderlichen Meßinstrumente, um die einzelnen Einflußgrößen wie Lufttemperatur im Bestand und im Freiland, Kambialtemperatur, Lichtstärke, Luftfeuchtigkeit, Niederschlagsgröße im Bestand und im Freiland genau ermitteln zu können. — Auch hier drängt sich wieder die Forderung nach entsprechend ausgerüsteten Waldstudienstationen auf. —

Um doch wenigstens einen Überblick über die Beziehungen zwischen Lichtstärke im Bestand und Parasitierungsprozent zu erlangen, wurde eine Kurve angelegt. Die Grade des Kronenschlusses konnten nicht als Vergleichsbasis gewählt werden, weil Bestände verschiedener Holzartenzusammensetzung und verschiedener Exposition vorlagen. Die Lichtstärke wurde nach der Bräunung von photographischem Papier innerhalb einer bestimmten Zeit und Tageszeit festgestellt; daß diese Methode gewiß Mängel besitzt, soll nicht in Abrede gestellt werden; doch mußte unter den vorliegenden Verhältnissen, wollte man nicht auf diese gewiß nur schätzungsweise Feststellung gänzlich verzichten, zur ihr gegriffen werden.

Die Kurve (Abb. 26) ergibt deutlich die Abhängigkeit des Parasitierungsprozentes von der Lichtstärke im Bestand. Bei einer Lichtstärke von 4—5 ergab sich das Maximum, mit steigender Lichtstärke ein langsames, mit sinkender Lichtstärke ein stärkeres Fallen des Parasitierungsprozentes; also fällt das Parasitierungsprozent, je mehr sich das Bestandesklima seinen Extremen nähert.

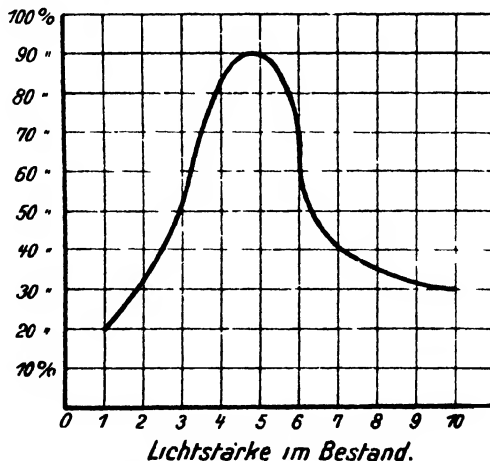


Abb. 26. Abhängigkeit des Parasitierungsprozentes vom Lichtgrad im Bestand.

Bei anderen klimatischen Verhältnissen werden sich naturgemäß die Beziehungen zwischen Lichtstärke und Parasitierungsprozent ändern, so z. B. wird in Jahren mit geringeren Tagestemperaturen das Maximum eine Verschiebung nach rechts erfahren. — Am Stamm selbst deckt sich die Dichte des Parasitierungsprozentes zum Teil mit der Befallsdichte durch *Tetropium*.

Aus diesen Feststellungen ergibt sich als praktische Folgerung, daß in Gebieten mit klimatischen Verhältnissen, wie es die geschilderten sind, zur Aufzucht von Parasiten im Freien nicht die extremen Lagen oder Bestandesverhältnisse die günstigsten Ergebnisse zeitigen werden.

Es wurde die Absicht verfolgt, neben reinster Wirtschaft eine biologische Bekämpfung anzubahnen. Auch in der saubersten Wirtschaft ist es ja nicht möglich, jeden *Tetropium*-Befall, besonders wenn man es mit großen Altbeständen zu tun hat, festzustellen. Unterlassungssünden aber rächen sich, denn scheinbar „plötzlich“ machen sich dann in Hitzejahren ganze *Tetropium*-Herde bemerkbar. Es wurde angestrebt, neben sauberster Wirtschaft einen hohen Parasitenstand zu erzielen.

Eigene Großzuchten anzulegen war nicht möglich. Es mußte so vorgegangen werden, daß die Durchführung praktisch leicht und ohne erhebliche Kosten möglich war. Es wurde nun nicht wahllos alles befallene Material entrindet und die Brut vernichtet, sondern vorerst in allen *Tetropium*-Stämmen das Parasitierungsprozent ermittelt. Es wurden 1926 jene Stämme, deren *Tetropium*-Larvenstand zu 20—30% parasitiert war, in unentrindetem Zustande im Wald belassen und zwar bis nach erfolgtem Schwärmen im Frühjahr 1927; Zweck war, einen verhältnismäßig erhöhten Parasitenstand zu erzielen. Alle übrigen Stämme wurden, bevor noch die Larven in den Holzkörper zur Anlage der Puppenwiege geschritten waren, entrindet. 1927 war das durchschnittliche Parasitierungsprozent auf 50 % gestiegen. Es wurde nun in gleicher Weise vorgegangen und wieder Stämme mit über 50% Parasitierung bis nach dem Schlüpfen 1928 belassen. Nun war das durchschnittliche Parasitierungsprozent bei 70 angelangt (bis 75) und die betreffenden Stämme wieder ausgewählt, blieben im Wald.

Nachstehende Tabelle zeigt das Ansteigen des Min., Max. und durchschnittlichen Parasitierungsprozentes von 1926—1928 (bis Herbst 1928)

	Parasitierungsprozent		
	Durchschnitt	Maximum	Minimum
1926 . . . . .	20	31	5
1927 . . . . .	51	72	13
1928 . . . . .	70 (75)	95	20

Genauen Abschluß über das Wirkungsprozent gibt die Tabelle auf Seite 315 und 311.

Das Ansteigen des Parasitierungsprozentes allein würde aber noch nicht den durch: reine Wirtschaft + Versuch einer biologischen Bekämpfung, erzielten Erfolg bezeugen, sondern es muß der Anfall der von *Tetropium* in den 3 Jahren befallenen Massen verglichen werden. Und da ergab sich die sehr befriedigende Tatsache, daß der Massenanstieg im Jahre 1927 etwa  $\frac{1}{3}$  des Anfalles von 1926, und jener von 1928 nur  $\frac{1}{20}$  des Anfalles vom Jahre 1926 betrug und dies trotz der besonders für die Fichte äußerst ungünstigen, für die Entwicklung von *Tetropium* äußerst günstigen Verhältnisse besonders des Trockenjahres 1928!

Das Ansteigen des Parasitierungsprozentes neben dem Rückgang der durch *Tetropium* befallenen Massen beweist die Zweckmäßigkeit der angewendeten Bekämpfungsweise. Diese, allerdings primitive biologische Bekämpfung, kann leicht geübt und sollte auch angewendet werden; denn wenn wahllos jedes befallene Material ohne Rücksicht auf den Parasitenstand aus dem Wald entfernt wird, entäußert man sich eines der wertvollsten und natürlichsten Mittel zur Aufrechterhaltung des Gesundheitszustandes unserer Wälder und Festigung des Gleichgewichtszustandes der Lebensgemeinschaften im Walde.

### Weitere Parasiten.

Außer den Hymenopteren traten als Parasiten noch auf:

#### Acarina (Milben).

Sie waren in einzelnen Fällen zahlreich unter den Flügeldecken der Käfer zu finden. Sie dürften sich hier von freilebenden Nematoden ernährt haben. (Siehe Seitner.)

#### Nematoden.

Die *Tetropium*-Larven erwiesen sich zu 13,1% von Nematoden bewohnt. Der Befall der Wirtslarven durch die Nematoden dürfte bald erfolgen, in halbwüchsigen Larven fanden sich bis 1 cm lange Nematoden vor.

Vorwiegend finden sie sich im Mitteldarm der *Tetropium*-Larven und zwar von der Ansatzstelle der Vasa malpighi bis zum verbreiterten vorderen Teil des Mitteldarmes (in diesem selbst sind sie seltener). Am häufigsten waren sie in und hinter der Divertikelregion. Die im Larvendarm auftretenden Nematoden sind durchwegs groß und haben eine Länge von  $\frac{1}{2}$  bis über 1 cm. Die Anzahl schwankt von 1—7 Stück im Darm einer Larve. Die Farbe ist hyalin, Körperinneres hellbräunlich durchschimmernd.

In zwei Fällen wurden Nematoden außerhalb des Darmes, in der Leibeshöhle, dem Darm  $\pm$  anliegend gefunden. Der Darm selbst zeigte beim Übergang vom Enddarm zum Mitteldarm eine Perforation. Vielleicht deutet dies darauf hin, daß die Nematoden den Weg in den Wirt

an irgend einer Körperstelle nehmen und sich schließlich in den Darm hineinbohren.

Der Darm der Käfer zeigte sich zu 5,9% von Nematoden besiedelt. Hier war es besonders der Enddarm, der von ihnen zu Hunderten angefüllt war. Länge der Nematoden 3—4 mm, nie über 5 mm. Entweder handelt es sich hier um Jugendstadien oder eine andere Art, doch ist das erstere wahrscheinlicher. Die Formen im Käfer dürfen als Nachkommen der Formen in der Larve aufgefaßt werden. Bei den untersuchten Käfern handelte es sich fast durchwegs um frisch geschlüpfte Tiere! Die Nematoden dürften mit dem Kot abgestoßen werden und zum Teil so wieder ins Freie gelangen.

Der Aufenthalt der Nematoden, vorzüglich in der Divertikelregion des Larvendarmes, wo sie hochwertige Nahrung finden, läßt die Annahme einer Schmälerung des Gesundheitszustandes der Wirte berechtigt erscheinen. Inwieweit eine solche Beeinträchtigung von der Wirtslarve oder dem Käfer erfolgt, konnte nicht festgestellt werden.

## B. Räuber.

Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielen auch die Räuber, deren Behandlung daher nicht übergangen werden darf. Insoweit sie parasitierte Larven verzehren, können sie natürlich auch schädlich werden, jedenfalls aber überwiegt ihr Nutzen bei weitem den Schaden.

## Orthoptera.

### *Forficula auricularia* L.

Rostbraun, glänzend; Halsschild quadratisch, Flügel um die Hälfte länger als die kurzen Flügeldecken. Seitenrand des Pronotums der Flügeldecken und die Beine schmutziggelb. Hinterleibsende mit einer großen Zange. Die Zangenhälften beim ♂ stark bogenförmig gekrümmt, innen an der Basis  $\pm$  gezähnt; beim ♀ überkreuzen sich die Spitzen der Zangenhälften, sie sind an der Basis nicht gezähnt. Füße dreigliedrig, zweites Fußglied an der Spitze herzförmig. 20—23 mm.

Die Zangen der Männchen spielen bei der Einleitung der Kopula eine wichtige Rolle als Hebelapparat. Die Weibchen werden niemals mit den Zangen ergriffen und festgehalten. „Die Zange dient nur dazu, nach erfolgter Drehung des männlichen Abdomens um fast 180° das weibliche Abdomen leicht anzuheben, um mit der weiblichen Genitalgegend in Kontakt zu bleiben“ (Kuhl). Männchen mit völlig amputierten Zangen bringen keine Begattung zuwege. Die Zangen finden weiter zur Erbeutung anderer Insekten Verwendung und stellen da gefährliche Waffen dar; gegen eigene Artgenossen werden diese Waffen nach Kuhl nicht angewendet.

Im Schrifttum sind die Ansichten über die Nahrung der „Ohrwürmer“ geteilt. Nach Kropfuntersuchungen sind sie Allesfresser, die sowohl von tierischer wie pflanzlicher Nahrung leben (Escherich). Die Hauptnahrung

dürfte aus Insekten und Schnecken bestehen. Verhoeff beobachtete Ohrwürmer beim Verzehren von Blattläusen. Sorauer gibt als Nahrung an: Blut, Schildläuse. Raupen vom Heu- und Sauerwurm, *Tortrix buoliana* u. a. m.

Jedenfalls können die Ohrwürmer nützlich werden. Ich fand sie nicht selten unter starkborkiger Lärchen- und Fichtenrinde bei *Tetropium*-Brut neben Resten der Larven. Ob die von den Ohrwürmern verzehrten Larven gesund oder krank waren, vermag ich nicht zu entscheiden. Jedenfalls aber scheint die „Fleischnahrung“ bei den Ohrwürmern keineswegs selten zu sein. Bei einem starken Auftreten von *Stilpnotia salicis* in den Donauauen bei Wien konnte anlässlich des Einsammelns der Puppen zu Zwecken der Zucht beobachtet werden, daß die Puppen recht häufig von *F. auricularia* L. angegangen wurden; die Puppen wurden gänzlich ausgehöhlt, nur die Chitinhülle blieb zurück. Wie an frisch angebissenen Puppen festgestellt werden konnte, waren es lebende, gesunde Puppen die von den Ohrwürmern angenommen wurden.

Die räuberische Lebensweise, die Fleischnahrung, ist also keineswegs eine Ausnahme; sie dürfte sogar dort, wo sich den Ohrwürmern Fleischnahrung in auffallender Menge darbietet, vorwiegen!<sup>1)</sup>

## Neuroptera.

### Rhaphidiidae.

Die Kamelhalsfliegen sind an der etwas erhaben getragenen, halsförmigen Vorderbrust, den in der Ruhe dachförmig zusammengelegten Flügeln als auffallende Tiere leicht kenntlich. Das ♀ hat ein langes Legerohr. Die Larven leben räuberisch zwischen Rinde und Holz, sind lang gestreckt, flach, 6beinig, 12ringig. Kopf und Vorderbrust ist stark chitiniert dunkelbraun: Kopf  $\pm$  quadratisch. Vorderbrust auffallend verlängert. Abdomen weich, es verjüngt sich nach rückwärts. Auffallend ist ihre wilde, schlangenförmige Beweglichkeit. Unterseite des Hinterleibes braungelb bis weißlichgelb. Oberseite braun mit einer sehr feinen mittleren und starken seitlichen, hier auf jedem Segment bogigen hellen Längslinie. Verpuppung ohne Gespinst frei in der Rinde oder im Borkenkörper. Eiablage wahrscheinlich in Rindenritzen, Larven und Käfergängen.

Flugzeit April-Juni. Generation einjährig. Überwinterung als Larve.

#### *Rhaphidia notata* F. (Abb. 27 a<sup>2)</sup>)

*Rhaphidia notata* F. 1781.

„ *ophiopsis* Curtis 1824.

„ *megacephala* Stephens.

„ *media* Burmeister 1839, Ratzbg. 1844.

„ *angustata* Ratzeburg.

„ *notata* Albarda 1891

<sup>1)</sup> Übrigens wird auch Wildpret von *F. auricularia* gern angegangen. Es konnte öfters beobachtet werden, daß ausgewirktes, zum Kühlen niedrig im Wald aufgehängtes Reh von *F. auricularia* angenommen wurde.

<sup>2)</sup> Beschreibung der *Rhaphidia*-Arten vorzüglich nach Albarda.

Kopf an den Seiten schwach abgerundet, zum Hals verschmälert, fein aber deutlich punktiert, dunkel; Mit Ozellen! Unterlippe und ihre Palpen braun. Maxillarpalpen schwarz, an der Artikulation gelblich. Mandibeln rotbraun. Oberlippe schwarz, fahlgelb gerandet. Fühler braun. Augen oval, wenig vorspringend. Ozellen einander genähert, rückwärtige groß, deutlich, die vordere klein. Kopfunterseite mit einer Längsfurche. Hals mittellang, zur Mitte erweitert, der unten befindliche Zahn spitz. Prothorax  $\frac{1}{6}$  kürzer als der Kopf und Hals zusammen; rückwärts verbreitert. Pronotum fein punktiert, querrunzelig, kurz behaart, schwarz, Hinterrand und hintere Seitenränder heller. Meso- und Metathorax schwarzbraun, Seiten heller. Beine rotgelb bis fahlgelb. Hüften schwarzbraun, Trochanteren heller. Mittel- und Hinterschenkel etwas angedunkelt, an der Basis mit schmalbraunem Ring. Schienen heller, manchmal angedunkelt, Tarsenglieder zuweilen angedunkelt. Abdomen schwarzbraun, glänzend; an den Seiten oben gelbe dreieckige den Hinterrand etwas erreichende Flecke. Segment 8 des ♂ am Hinderrand auf den Seiten trapezförmig verbreitert, gespalten; Vorderrand schief, ausgebaucht, 2 Polster bildend, darunter 2 chitinisierte glänzende Häkchen. Penis breit, glänzend, dunkelbraun



Abb. 27. a *Raphidia notata* F. b *Inocellia transsylvanica*.

Spitze gerandet. An der Basis der Seitenstücke, unter dem Endsegment noch 2 Häkchen. — Vorderflügel 3mal so lang als breit; durchscheinend. Pterostigma durch 2 Nerven geteilt, braun, lang trapezförmig 3 Kubitalzellen, 4 Diskoidalzellen zwischen dem Pterostigma und dem Kubitus anticus; längs des Radius 2 Zellen. ♂ Kopulationsorgan frei, nicht verdeckt. ♂ — 26 mm, — ♀ 29 mm, Legeröhre 4—4 $\frac{1}{2}$  mm.

Vorkommen: Von Lappland bis Italien.

Lebensweise: Die Larven leben räuberisch von *Tetropium*-Larven (*Gabrieli* und *fuscum*). Überwinterung als Larve. Geschlüpft Ende April.

Die Annahme Schneiders, daß *R. notata* nur alte Eichen und Rüstern bewohne, ist wie schon Ratzeburg angenommen hat, nicht zutreffend. (Ratzeburg D. F. J. III, S 250.) Die bei der Zucht erhaltenen *R. notata* F. haben unzweifelhaft räuberisch von der *Tetropium*-Brut gelebt. Die einzelnen Arten der Kamelhalsfliegen sind daher keineswegs auf Insekten, die in ganz bestimmten Holzarten leben, spezialisiert, sondern sie legen ohne Rücksicht ihre Eier dort ab, wo sich Nahrung für ihre Larven findet.

**Inocellia crassicornis Schummel.***Rhaphidia crassicornis* Schummel 1832.

" " Burmeister 1839.

*Inocellia* " Schneider 1839.

" " Albarda 1891.

Kopf an den Seiten gerundet, am Hinterende halsförmig verschmälert, sonst fast 4eckig; schwarz, stark. zum Teil runzelig punktiert, in der Mitte eine feine Längslinie. Ozellen fehlen! Fühler schwarz, an der Basis rotgelb; erstes Glied gelb dick, die folgenden zylindrisch. Hals glänzend, schwarz; seitlich mit einem stumpfen Zahn. Prothorax etwas kürzer als Kopf + Hals: Vorderwinkel abgerundet, hinten etwas verbreitert. Pronotum mit einer breiten, im rückwärtigen Drittel wenig tiefen Vertiefung, fein punktiert, gerunzelt mit Ausnahme eines sehr schmalen Längsbandes, das vom Hinterrand aus verläuft, in der Mitte sich teilt, und sich am Ende noch in 2 bogige, kurze, mattschwarze Zweige teilt. Vorderrand und Hinderrand heller gesäumt. Meso- und Metathorax schwarz. Kopf und Prothorax ohne fahle Flecken. Beine rotgelb. Vorderhüften hell, Mittel- und Hinterhüften tiefbraun. Mittel-, Hinterschenkel, letzte Tarsenglieder angedunkelt. Abdomen schwarz, Hinter- und Seitenränder der Segmente hell; auch am Bauch. ♂: Segment 6 oben an der Basis verschmälert, hinten verbreitert; 7. um die Hälfte kürzer aber breiter; 8. so lang wie 7., 9. etwas kürzer, unten offen, behaart. ♀: 6. Bauchsegment lang, seitlich schief abgeschnitten, Legeröhre  $\frac{1}{2}$ , länger als das Abdomen; rotbraun. Vorderflügel  $3\frac{1}{2}$  mal so lang als breit; durchscheinend. 2 Reihen Kubitalzellen. Pterostigma lang, etwa 6 mal so lang als breit; tiefbraun, nie durch Nerven geteilt; Innenrand schief nach innen, Außenrand oben stark schief nach außen vorgezogen. ♂ Kopulationsorgan verdeckt.

Vorkommen: Mittel- und Südeuropa, Amur, Sibirien, Japan.

Lebensweise: Die Larven leben räuberisch von *Tetropium*-Larven. Überwinterung als Larve. Geschlüpft: Ende Mai.

\* \* \*

**Die Bedeutung der Kamelhalsfliegen.**

In dem forstlich entomologischen Schrifttum wurde auf die Bedeutung der Kamelhalsfliegen von Escherich, Ratzeburg, Seitner hingewiesen.

Daß die forstlich bedeutenden Arten kaum näher bekannt sind, mag in der Schwierigkeit der Aufzucht liegen. — Meist wird *R. ophiopsis* Schum. als die in unseren Wäldern häufigste und bekannteste Art angeführt. — Von vielen — wie im vorliegenden Fall erst Mitte — April im Laboratorium eingezwängerten Tieren, beenden, wahrscheinlich der geringen Luftfeuchtigkeit wegen, nur wenige die volle Entwicklung. Man muß daher die von *Rhaphidia* Larven besetzten Stücke erst spät, Ende April, Anfang Mai, einzwängern und feucht halten, oder große Stücke zum Einzwängern verwenden.

Die räuberische Tätigkeit der Kamelhalsfliegen ist eine recht bedeutende. Bekannt ist ihr Nutzen durch Verzehren der Brut von *Ips typographus* (Seitner), und anderer Schadinsekten, dann von Nonneneiern<sup>1)</sup> (Escherich, Ratzeburg;), bei *Ips cembrae* Heer konnte ich sie oft an der Arbeit beobachten.

<sup>1)</sup> In jüngster Zeit bezweifelt Knoche, daß die *Rhaphidia*-Larven Nonneneier annehmen. Arb. a. d. Biol. Reichsanst. f. Land- u. Forstw. 1929. Bd. 16, H. 4, S. 717.

Es sind recht beträchtliche Mengen, die von den *Rhaphidia*-Larven verzehrt werden. Bei der sorgfältigen Entrindung und Untersuchung dicht befallener Lärchen und Fichten fiel auf, daß auf größeren Strecken (oft über 60 cm lang und 40 cm breit) trotz des dichten Befalles keine *Tetropium*-Larven lebten; bei genauerer Untersuchung fanden sich nur Reste der Larvenhaut und Kopfkapseln, aber stets einige *Rhaphidia*-Larven, welche hier mit den Bockkäferlarven gründlich aufgeräumt hatten. Die *Tetropium*-Larven waren fast vollwüchsig gewesen, wie aus den angrenzenden Teilen zu ersehen war. Die Kamelhalsfliegenlarven beschränken sich keineswegs nur auf junge Bockkäferbrut, sondern sie werden auch mit den ausgewachsenen fertig.

Eingezwungert können sie lange hungern. Zwingert man einige *Rhaphidia*-Larven ohne Nahrung zusammen ein, so tritt Kanibalismus auf; sie fressen sich gegenseitig auf.

### Coleoptera.

#### *Malachius bipustulatus* Lin.

wurde aus Lärchen, die mit *T. Gabrieli* Weise besetzt waren, erhalten; sie dürften hier räuberisch von der *Gabrieli*-Brut gelebt haben. Die Ernährungsweise konnte leider nicht genau sichergestellt werden. Nach Saalas leben sie von Borken-Bock-Prachtkäferlarven und Anobien, nach Urban von den Resten von Holzbewohnern und vielleicht auch von deren Kot (Escherich).

#### *Clerus formicarius* Lin.

Seine rosaroten Larven wurden, allerdings selten bei *T. fuscum* und *Gabrieli*-Brut angetroffen, von der sie sich nährten. Häufiger bei *Ips cembrae* Heer an Lärchen die auch von *Gabrieli* befallen waren.

### Diptera.

Räuberisch von *Tetropium*-Brut lebende Dipterenlarven wurden in Maissau beobachtet. Diese Larven waren gemeinschaftlich zu 2 bis 3 (4) beisammen zu finden und oblagen auch gemeinsam ihrer räuberischen Tätigkeit. Gesunde *Tetropium*-Larven wurden von 2—4 Dipterenlarven gemeinsam binnen wenigen Stunden verzehrt, nur der Larvenbalg übrig gelassen. Leider wurde die Zucht dieser Dipterenlarven durch einen mißlichen Zufall zerstört.

### Vögel.

#### Der Schwarzspecht (*Dryocopus martius* L.).

Nicht gering zu achten ist die räuberische Tätigkeit des Schwarzspechtes. Sehr häufig konnte er an der Arbeit bei von den *Tetropium*-Arten befallenen Fichten, bzw. Lärchen beobachtet werden. Er bemächtigt sich der zwischen Rinde und Holz befindlichen Larven, holt sich aber



auch die Larven und Puppen aus der Puppenwiege heraus, indem er zu diesem Zweck tiefe, bis zu den Puppenwiegen reichende Löcher zimmert (Abb. 28). Die Suche nach den Larven zwischen Rinde und Holz erfolgt gewissermaßen systematisch durch Forthaken schmaler mehr oder weniger horizontaler Streifen, die mit Unterbrechungen um den Stamm verlaufen und etwa 4—6 cm (mitunter auch weniger) voneinander entfernt sind.



Abb. 28.

Spechtarbeit an Fichte, die von *Tetropium fuscum* be-setzt war

Es konnte beobachtet werden, daß ein Schwarzspecht sich täglich an ein und derselben Fichte seine *Tetropium*-Larven holte, bis er mit der Brut fast gänzlich aufgeräumt hatte und der Stamm nahezu entrindet dalag; eintretender Schneefall hinderte ihn keineswegs, seinen Stamm zu finden. Der Schwarzspecht geht die *Tetropium*-Brut sowohl in stehenden, wie auch liegenden Stämmen an. Andere Spechtarten konnten nicht beobachtet werden, doch soll auch der mittlere Spuntspecht der *Tetropium*-Brut nachstellen.

Neben seiner vorwiegend nützlichen Tätigkeit kann sich mitunter auch eine schädigende einstellen. Von den ein hohes Parasitierungsprozent auf

weisenden Stämmen, die zur Erhöhung des Parasitenstandes unentrindet im Wald verblieben, wurde ein Stamm während des Winters vom Schwarzspecht gänzlich entrindet und natürlich auch die Parasitenlarven aus den Kokons geholt. Jedenfalls tritt diese gelegentliche Schädlichkeit weit hinter seine Nützlichkeit zurück.

Neben den Bockkäfer- und Sirexlarven, die er entschieden vorzieht, liebt er auch *Pissodes*-Larven und endlich, allerdings in geringerem Maß Borkenkäferbrut; soweit beobachtet werden konnte, wird von der letzteren *Myelophilus* und *Polygraphus* vorgezogen, *Ips cembrae* hingegen wohl nur gelegentlich angenommen.

Der Schwarzspecht ist eine Teilkraft, dessen Vorhandensein zur Erhaltung des biozönotischen Gleichgewichtes ebenso erforderlich ist, wie das der Parasiten und übrigen Räuber. Das Hauptgewicht ist seiner Tätigkeit in ruhigen Zeiten beizumessen. Ist einmal eine Übervermehrung eingetreten, dann ist die regelnde Tätigkeit dieser Biozönosenteilkraft zu gering, um merklich hemmend wirken zu können.

### C. Raubenützer.

Das Ergebnis an Raubenützern war nur ein sehr spärliches und zwar aus dem Grunde, weil das Hauptaugenmerk auf die Parasiten gerichtet war und Stämme, die bereits von *Tetropium* verlassen waren, nicht mehr in den Kreis der Untersuchungen gezogen wurden. Den Folgeinsekten wurde nicht weiter nachgegangen.

### Hymenoptera.

#### *Psammocharidae* (Pompilidae).

##### *Deuteragenia hircana* F. (Macromerinae).

*Pompilus hircanus* F. 1798, Dhlb. 1829. Zett. 1838.

„ *hircana* Panz 1805.

„ *variegatus* Dahlb. 1832.

*Agania hircana* Dhlb. 1843.

*Pogonius hircanus* Dhlb. 1845, Ev. 1849, Wesm. 1951, Schenk 1857.

Taschb. 1858, Schenk 1861, Taschb. 1866, Thoms 1870, 74.

*Agania variegata* var. *hircana*. A. Costa 1887.

*Pogonius hircanus* Rad. 1888, Marq. 1879.

*Agania hircana* Saud. 1896; D. F. 1897; Schmdkn. 1907, Awis. 1907.

„ „ Niels 1607.

*Deuteragenia hircana* Haupt 1926/27.

„ ♀ 6—8 mm. Körper und Beine zum größten Teil schwarz, Vorderschienen innen, die Enden der übrigen Schienen und die Tarsen braun; Fühler ganz, oder unterseits gebräunt. Flügelzeichnung kräftig, Flügel mit zwei deutlichen rauchbraunen Querlinien: eine schmale auf der Basalader, eine breite vor der Spitze. Der hyaline Fleck an der Spitze mondförmig und gut begrenzt. Nervulus fast interstitial.

Ozellenstellung etwa rechtwinkelig, Kopf hinter den Augen sehr deutlich verschmälert. Stirn flach gewölbt; ein Auge = etwa  $\frac{1}{4}$  Stirnhälfte. Das 3. Fühlerglied = Schaft, 3 mal so lang als am Ende dick; Clypeus vorn gerade. Stirn auf sehr fein netzartig skulptiertem Grund, fein und dicht punktiert. Pronotum an den Schultern abgerundet, mitten gerade, ziemlich vertikal nach vorn abfallend. Rücken bis zum Postskutellum ziemlich matt, dicht und fein punktiert. Postnotum mitten etwa so lang wie das Postskutellum, quergestreift mit mittlerem Längseindruck, Propodeum kugelig gewölbt, glänzend, fein punktiert, mit flacher und deutlicher Längsfurche.“

Hier scheint bei Haupt in der Artbestimmungstabelle ein Druckfehler unterlaufen zu sein, denn in der Artbestimmungstabelle heißt es (S. 133). „.... Propodeum matt, fein aber deutlich punktiert,“ in der Artbeschreibung S. 140 aber „.... Propodeum kugelig gewölbt, glänzend, fein punktiert...“ was auch mit dem Tier übereinstimmt, denn das Propodeum ist tatsächlich glänzend.

„Abdomen glänzend, sehr fein punktiert. Behaarung ziemlich dicht.

♂ 5—6 mm. Ähnlich dem ♀, Flügelzeichnung jedoch blasser. Ozellenstellung stumpfwinkelig. Fühler gesägt; das 3. Glied = Schaft, 2mal so lang als am Ende dick. Genitalplatte dachförmig. Ende gerade abgeschnitten. Rand behaart. Kiel der Genitalplatte am Grund hochgewölbt, dann bis zum hinteren Ende allmählich, fast gerade abfallend.“

Dieses fast über ganz Europa verbreitete Tier steht nicht in direktem Zusammenhang mit *Tetropium fuscum*; sollte jedoch als Raumbenutzer nicht unerwähnt bleiben. Die von *T. fuscum* verlassenen Gänge werden zur Ablage der Brut in der Weise benützt, daß erbeutete Spinnen eingetragen werden und nach Durchknetung („Malaxation“) der Bauchseite der Spinne wird das Ei eingebracht. Die bei dieser Durchknetung manchmal austretende Leibeshöhlenflüssigkeit der Spinne wird von dem „Spinnentöter“ aufgesaugt.

Geschlüpft: Anfang Mai.

\*            \*

Für die freundliche Unterstützung bei der Bestimmung der Parasiten, Räuber und Raumbenutzer, bin ich den Herren Clément-Innsbruck, Prof. Dr. Fahringer-Wien, und den Herrn Kustoden des Wiener Naturhistorischen Museums Dr. Maidl und Dr. Zerny zu besonderem Danke verpflichtet.

### Biozönotische Übersicht.

Im nachstehenden soll eine Übersicht der Lebensgemeinschaft der beiden Arten *T. fuscum* und *T. Gabrieli* gegeben werden. Hierbei sollten im ersten Teil „Fördernde Faktoren“ auch die Disposition bzw. Vor disposition schaffenden nicht organischen Komponenten erwähnt werden. Im zweiten Teil „Hemmende Faktoren“ sind jedem Parasiten noch die bekannten Wirte beigelegt.

### *Tetropium Gabrieli* Weise.

#### A. Fördernde Faktoren.

#### I. Vordisposition schaffende Umstände.

Stagnierende Luft.  
Hohe Luftfeuchtigkeit.  
Geringe Luftbewegung.  
Störung des Edaphons.  
Weitringiges Holz.

#### II. Dispositionsschaffend:

Lärchenkrebs.  
Ungeeigneter Lärchenstandort:  
Feuchtigkeitsmangel,  
Trokenperioden,  
Zu hohe Feuchtigkeit mit stagnierender Luft.

#### III. Gutes Gedeihen der symbiontischen Hefen.

**B. Hemmende Faktoren.****I. Parasiten:****Hymenoptera.****Braconidae.**

1. *Atanycolus denigrator* L.  
*Rhagium mordax* Deg.  
     „ *inquisitor*.  
*Anthaxia morio*.  
*Tetropium fuscum*.  
*Saperda populnea*.
2. *Atanycolus Neesi* Marsh.  
*Poecilônata variolosa* Payk.  
     „ *rutilans* L.  
*Acanthorhinus aedilis* L.  
*Criocephalus rusticus* L.  
*Sesia vespiformis*.
3. *Atanycolus sculpturatus* Thoms.
4. *Doryctes oblitteratus* Nees.  
*Callidium abdominale* Ben.  
*Pissodes notatus*.  
*Ips typographus*.
5. *Helcon aequator* Nees.  
*Tetropium castaneum*.  
*Tetropium fuscum*.  
*Callidium violaceum* Lin.

**Ichneumonidae.**

1. *Rhyssa persuasoria* L.  
*Monochammus scutellator*.  
     „ *confusor*.  
*Serropalpus*.  
*Sirex gigas*.  
*Xeris spectrum*.  
*Paururus juvenis*.
2. *Clistopyga sauberi* Brauns.
3. *Xylonomus brachylabris* Kiechb.  
*Tetropium fuscum*.  
     „ *castaneum*.
4. *Xylonomus irrigator* F.
5. *Xorides collaris* Grav.  
*Tetropium fuscum*.
6. *Pyracmon luridus* Clément.

**II. Räuber.****Orthoptera.***Forficula auricularia* L.**Neuroptera.***Rhaphidia notata.***Coleoptera.***Malachius bipustulatus.**Clerus formicarius.***Diptera.**

Gen.? sp.?

**Vögel.**

Schwarzspecht.

**III. Sonstige Parasiten.**

Milben.

Nematoden.

**IV. Darmbewohner:**

a) Symbiontische (fördernd!).

Hefen

b) Parasitische.

Nematoden.

c) Neutral, zum Teil parasitär werdend.

Streptococcen.

Stäbchenbakterien.

***Tetropium fuscum.*****A. Fördernde Faktoren.****I. Vordisposition schaffend.**

Trockenperioden.

Zu hohe Feuchtigkeit.

Rohumus.

Weitringiges Holz.

Kahlschlag.

Mangelnde Bestandespflege.

Störung des Edaphons.

p<sub>h</sub> des Bodens auf der saueren Seite.**II. Disposition schaffend.***Agaricus melleus.**Trametes radiciperda.***III. Gutes Gedeihen der symbiontischen Hefen.**

**B. Hemmende Faktoren.****I. Parasiten.****Braconidae.**

1. *Atanycolus initiator* Nees.  
*Phymatodes pusillus* F.  
*Acanthocinus aedilis* L.  
*Rhagium inquisitor* L.  
*Tetropium castaneum* L.  
*Sesia flaviventris* Hgr.  
     „ *respiformis* L.
2. *Hekron aequator* Nees.  
*Tetropium Gabrieli* Weise.  
     „ *castaneum*,  
*Callidium violaceum* L.

**Ichneumonidae.**

1. *Ephialtes planifrons* Thoms.  
*Saperda punctata*.
2. *Xylonomus brachylabris* Kirchb.  
*Tetropium Gabrieli* Weise.  
     „ *castaneum*.
3. *Xylonomus* sp.?
4. *Xorides collaris* Grav.  
*Tetropium Gabrieli* Weise.
5. *Campoplegini* (l.? sp.?)
6. *Pyracmon roridiformis* Hlgr.
7. *Pyracmon roridoideus* Strobl.

**II. Räuber.****a) Orthoptera.**

*Forficula aricularia* Lin.

**b) Neuroptera.**

*Rhaphididae:*

*Inocellia crassicornis* Schummel.

**c) Coleoptera.**

*Malachius bipustulatus* L.

*Clerus formicarius*.

**d) Diptera.**

G.? sp.?

**e) Vögel.**

Schwarzspecht.

### III. Sonstige Parasiten.

Milben,  
Nematoden.

### IV. Darmbewohner.

- a) Symbiontische (fördernd!).  
Hefen.
- b) Parasitäre.  
Nematoden.
- c) Neutral, zum Teil parasitär werdend.  
Stäbchenbakterien,  
Streptococcen.

### V. Raumbenützer.

Hymenoptera.  
*Psammochoridae* (Pompilidae).  
*Deuteragenia hirsuta* F.

## II. Vorbeugung und Bekämpfung.

Zum Abschluß muß noch der gegen die beiden *Tetropium*-Arten anzuwendenden Vorbeugungs- und Bekämpfungsmittel zusammenfassend gedacht werden. Da ein Großteil der in Betracht kommenden Punkte in den vorgehenden Abschnitten bereits Behandlung gefunden hat, erscheint es gerechtfertigt, wenn die bereits besprochenen hier nur kurz erwähnt, eventuell noch hinzuzufügende etwas näher erörtert werden.

Gegen unsere *Tetropium*-Arten sollen in erster Linie vorbeugende Maßnahmen zur Anwendung kommen. Ihnen ist besonderer Wert beizumessen, denn ihre Durchführung gewährleistet, daß sich der eiserne Bestand nicht übernormal ausbreitet und auch unter dem Einfluß außergewöhnlicher Klimaverhältnisse nicht unerträglich überhand nimmt. Hierher gehören alle jene Maßnahmen, welche zur Erhaltung des gesamten biozönotischen Gleichgewichtes, alles organischen Lebens im Wald beizutragen vermögen. Grundbedingung aller Maßnahmen muß, schon in Anbetracht der Eigenart des Forstbetriebes sein, wo es angängig ist, mit möglichst geringen Sonderkosten das Auslangen zu finden. Maßregeln waldbaulicher Natur kommen daher in allererster Linie in Frage; sie können kurz charakterisiert werden.

1. Standortsgemäße Einbringung der Lärche und Fichte; keine Reinbestände dieser Holzarten außerhalb ihres natürlichen Vorkommens (Mischwälder!); größte Vorsicht im Grenzgebiet des natürlichen Vorkommens. Größte Vorsicht in Trockengebieten. Innerhalb des natürlichen Vorkommens bei der Bestandesbegründung, Rücksicht auf den Wasserhaushalt und die Transpirationsansprüche der beiden Holzarten nehmen!

2. Verjüngung der Holzarten unter dem Schutz des Mutterbestandes. Fichte besonders im Femelschlag und den verschiedenen Saumschlagbetrieben. Kleine, zahlreiche Verjüngungsflächen. Vermeidung des Großkahlschlages um nicht weitringiges, für pilzliche Infektion anfälliges Holz zu erziehen.

3. Vermeidung solcher Bestandesverfassungen, die eine Störung des Edaphons bedingen, das  $p_H$  auf die saure Seite verschieben, damit geeignete Bedingungen für *Trametes radiciperda* und *Agaricus melleus* schaffen. Vermeidung von Trockentorf (Rohhumus) bildung.

a) Intensive Bestandespflege, zeitgerechte Durchforstungen.

b) Beimischung von Laubhölzern, bezw. auch Lichtholzarten zur Fichte und Schatthölzern zur Lärche. Vermeidung reiner Bestände, in den Grenzgebieten und außerhalb des natürlichen Vorkommens überhaupt und innerhalb desselben wenigstens dort, wo durch ein Zuviel an Feuchtigkeit Rohhumusbildung eintritt.

4. Bei der Lärche größte Vorsicht in Krebsgebieten!

5. Intensive reinste Wirtschaft im Walde. Eheste Aufarbeitung aller Dürrlinge, Windbrüche, Windwürfe. Ständige Kontrolle der Pilzstellen! Hierbei muß in Trockengebieten oder sehr warmen Lagen die Möglichkeit einer zweiten Schwärmzeit im August September (doppelte Generation) im Auge behalten werden. Es soll von Mitte April bis Ende September kein zum Befall geeignetes Material im Wald stehen oder liegen. Abfuhr des wintergeschlägerten Holzes bis Mitte April, oder Entrindung desselben. Die Entrindung darf nicht streifenweise erfolgen, da sonst in den verbleibenden Streifen *Tetropium* zur Entwicklung gelangen kann.

6. Schutz der Parasiten und Räuber.

7. Schutz des Schwarzspechtes.

Die Maßnahmen der reinen Bekämpfung treten an Zahl hinter denen der Vorbeugung zurück.

1. Ermittlung aller durch *Tetropium* befallenen Stämme. Bei Fichte durch Harzaustritt am Stamm, Kronenverlichtung, bei Lärche durch Kronenverfärbung kenntlich. Feststellung des Parasitierungsprozentes.

a) Stämme, deren *Tetropium*-Besatz ein hohes Parasitierungsprozent aufweist, sind unentrindet im Wald zu belassen und zwar bis nach Schlüpfen der Parasiten.

b) Stämme, deren *Tetropium*-Besatz ein geringes oder gar kein Parasitierungsprozent aufweist, sind sogleich zu entrinden und aufzuarbeiten. Für Erhaltung ständiger reiner Wirtschaft genügt für 800 ha ebenes Revier eine ständig beschäftigte Säge.

2. Einzelne Pilzstämme, Dürrlinge oder Windwürfe, sowie stark-borkiges Brennholz, sind als Fangbäume zu verwenden und unter ständiger Kontrolle zu halten. Hierbei ist in Trockengebieten und warmen Lagen der Möglichkeit einer doppelten Generation Rechnung zu tragen. Fangmaterial müßte vorliegen: Mitte April bis Anfang (Mitte) Juni und Anfang August bis September. Die Entrindung und Vernichtung der Brut muß



erfolgen, bevor die Larven in den Holzkörper eingedrungen sind. Bei einfacher Generation Ende Juli—August, bei doppelter Generation Juli und September, Oktober.

3. Von amerikanischer Seite wird als Bekämpfungsmaßnahme der für höhere Kambialtemperaturen empfindlichen Stammbrüter für manche Fälle ein wöchentliches Drehen der in volle Sonne gerückten Stämme empfohlen.<sup>1)</sup> Hierbei muß auch die Lage der Stämme berücksichtigt werden. Stämme die OW liegen, werden in schmalen Streifen hoch erhitzt; Stämme die NS liegen, auf größerer Fläche geringer erhitzt. Es soll dadurch wohl das verteuernde Entrindungsgeschäft erspart werden. Wenn diese Methode auch volle Beachtung verdient, so muß doch bedacht werden, daß sie in der Ebene wohl leichter, im Gebirge jedoch kaum durchführbar ist. Bei unseren *Tetropium*-Arten führt diese Methode zum Teil zu Erfolg, allerdings stirbt in den starkborkigen Partien der Lärche die Brut nicht ganz ab, höchstens zum Teil. — Die Nachteile, die dieser Methode anhaften, liegen in der Abhängigkeit von den sommerlichen Witterungsverhältnissen, der Notwendigkeit von Lagerplätzen, Erschwerung der ganzen Manipulation; eine wesentliche Ersparnis wird kaum zu erzielen sein. Jedenfalls aber wäre die Anwendung dieser Methode bei wertvollen Hölzern, die durch die Besonnung im entrindeten Zustand leicht reißen, im Auge zu behalten. Festgestellt müßte werden, welche Insektenarten auf diese Weise bekämpft werden können.

### Nachtrag.

#### *Atanycolus initiator* Nees.

In den letzten Tagen wurde dieser Braconide noch aus *Tetropium Gabrieli* erhalten. So daß er auch bei diesem Schädling in die biocönotische Übersicht nachzutragen ist. Ferner rückt dieser Parasit in der Wirksamkeitsreihe nach den jüngsten Zuchtergebnissen von der 15. Stelle auf die 11. Stelle.

#### *Ephialtes mesocentrus* Grav.

*Ephialtes mesocentrus* Gravenhorst 1829.

„ *Res* Kriechbaumer 1854.

„ „ Holmgreen 1860.

„ *mesocentrus* Holmgreen 1860.

„ „ Kriechbaumer 1878.

„ *Res* Thomson 1888.

„ *mesocentrus* Schmiedeknecht 1907.

<sup>1)</sup> Die Untersuchungen wurden an von *Cyllene pictus* befallenen Hickoryblochen, an von *Platypus* und *Neoclytus cryptocephalus* befallenen Eschen, an von *Bostrichiden*, *Chrysobothris* und *Cyllene* befallenen *Prosopis* sp. und von Holzbrütern befallenen Eschen, Kiefern, Eichen, durchgeführt. Nach 2 Wochen Lagerung in voller Sonne waren 90 % aller Larven bis  $\frac{1}{4}$  Zoll Tiefe abgetötet. (Craighead.)

♀<sup>1)</sup> Segmente 1 bis 5 länger als breit, Seitenrand von 2 bis 4 nicht abstehend. Innenseite der Vorderschienen ausgerandet. Stigma rostgelb. Nervulus interstitial. Die hintersten Tarsen fast kürzer als die Schienen. Bohrerklappen behaart. Beine rot. Hinterschienen und Tarsen verdunkelt. Die Unebenheit der mittleren Hinterleibsegmente wird weniger durch Seitenhöcker als durch schiefe linienförmige Eindrücke hervorgerufen.

♂ hat an der Außenseite der Mittelhüften einen abstehenden Zahn. Fühler fast körperlang, Beine gelbrot, die hintersten Schienen, besonders gegen das Ende und die hintersten Tarsen braun. Hinterleib am Vorderrand der Segmente bräunlich, langgestreckt linear, die mittleren Segmente etwa  $2\frac{1}{2}$  mal so lang als breit. Stigma an den Rändern dunkler als beim ♀.

Verbreitung: Ganz Europa.

Wirte: Schmiedeknecht gibt als Wirt nach Rondani *Retinia resinella* an.

Ich erhielt Weibchen aus *Tetropium Gabrieli* (Lärche, Mähren) und aus *Tetropium fuscum* (Fichte, Nieder-Österreich).

Die Körpermaße der erhaltenen Weibchen betrugen: Körperlänge 17 bis 19 mm, Bohrer 20 bis 23 mm.

In die biocönotische Übersicht ist demnach dieser Parasit bei beiden *Tetropium*-Arten nachzutragen.

In der Wirksamkeitsreihe figuriert *E. mesocentrus* vor *Ephialtes planifrons* Thoms.

### *Ephialtes* der Tschech.?

Die Zucht ergab ein Männchen aus *Tetropium fuscum* (Fichte Nieder-Österreich). Wirte sind aus der Literatur nicht bekannt. Dieser Parasit kommt in der Wirksamkeitsreihe an die Stelle nach *Ephialtes planifrons*.

### Literatur.

- Albarda, H., Révision des Rhabdides. 1891.  
 Baudisch, *Callidum luridum* L., Der zerstörende Fichtenbockkäfer, als Bewohner der durch Hallimasch befallenen Fichten. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen. 1896.  
 Blackmann, M. W. u. Harry H. Stage, Notes on the Insects bred from the Bark and wood of the american Larch. University Syracuse Newyork. XVIII. Nr. 4. 1918.  
 Bremer, Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom. 1928. S. 254 ff.  
 Buchner, Holznahrung und Symbiose. 1928.  
 Cajander, Über Waldtypen. Helsingfors. 1921. S. 71.  
 Clément, *Opuscula Hymenopterologica* I. Die Ophioninengattungen *Pyracmon* Hlgr. und *Rhinophoctona* Först. (*Ichneumonidae*, *Ophioninae*). Deutsche Entom. Zeitschr. 1924. 2.  
 Craighead, F. C., Hopkins host selection principle as related to certain Cérambycid beetles. Journ. of. Agric. V. XXII. 1921. (Mir nur im Auszug vorliegend.)  
 — Direct sunlight as a factor in Forest Control. Ent. Soc. Wash. Vol. 22. Nr. 5. (Mir nur im Auszug vorliegend.)  
 Dalla Torre, *Catalogus Hymenopterorum*.  
 Escherich, Die Forstinsekten Mitteleuropas. I. 1914 und II. 1923

<sup>1)</sup> Beschreibung vorzüglich nach Schmiedeknecht.

- Escherich, Das Vorkommen forstschädlicher Insekten in Bayern. I. das Jahr 1927. Forstwiss. Zentralbl. 1929. 3.
- Fahringer, *Opuscula braconologica*. I Bd.
- France, Das Leben im Ackerboden. 1922.
- Frisch v., Über den Sitz des Geruchsinnes bei Insekten. 1921.
- Gangelbauer, Bestimmungstabellen. VII. Verhandlg. d. zool. bot. Ges. Wien. 1881. 1883.
- Graham, S. A., Factors influencing the subcortical temperature of logs. Eighteenth Report State Entomolog. of Minnesota S. 26—42. 1920.
- The felled tree trunk as an ecological unit. Ecology. Vol. VI. Nr. 4. 1925. Journ. Minnesota Agr. Exp. Stat.
- — Temperature as a limiting factor in the life of subcortical insects. Journ. of economic entomology. Vol. 17. S. 377.
- Hann, Klimatographie von Niederösterreich.
- Hase, Physiologische und ökologische Forschungen als Grundlagen praktischer Maßnahmen. Anz. f. Schädlingsk. 1928. H. 5.
- Haupt, Monographie der *Psammecharidae* (*Pompilidae*) Mittel-, Nord- und Osteuropas. Beiheft d. deutsch. Entom. Zeitschr. 1926—1927.
- Hopkins, A. D., Economic Investigations of the Scolylid Bark and Timber Beetles of North America. U. S. Dept. Agr. Progr. of W. 1917 (Mir nur im Auszug vorliegend.)
- Junke-Zickes, Arbeitsmethoden der Mikrobiologie. 1928.
- Kuhl v., *Forficula auricularia* usw. Zeitschr. f. Morphol. u. Ökolog. d. Tiere. 1928. S. 531.
- Leiningen-Westerburg, W. Graf zu: Edaphische Faktoren. In Rubners Pflanzengeogr. Grundlagen d. Waldbaues.
- Marshall, in André, Species des Hymenopteres. V. S. 217. IV. S. 239.
- Münch, Untersuchungen über die Immunität und Krankheitsempfänglichkeit der Holzpflanzen. Nat. Zeitschr. f. Forst. u. Landw. 1909.
- Pauly, Über die Generation des Fichtenbockes *Callidium luridum*. Allg. Forst- u. Jagdzts. 1888. S. 309 ff.
- Reiter, Fauna Germanica.
- Rubner, Die pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues.
- Schroder, Handbuch der Entomologie.
- Schmiedeknecht, *Opuscula Ichneumonologica*.
- Schindler, Klimatographie v. Mähren u. Schlesien.
- Schubert, Eine neue Charakteristik des Waldklimas. Jahresber. d. dtsch. Forstv. 1926. S. 221.
- Seitner, Beobachtungen beim Kiefernspinnerfraß im Großen Föhrenwald bei W.-Neustadt. 1913—1914. Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1915.
- Seitner, Ziele der angewandten forstlichen Entomologie. Bericht anl. d. Amtsantrittes d. f. d. Studienjahr 1916/17 gewählten Rektors der k. k. Hochschule f. Bodenkultur in Wien. (Rektorsinaugurationsrede.)
- — Der Kiefernspanner in Galizien 1915—1917. Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1921.
- — Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähnigen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus* L. in Oberösterreich und Steiermark in den Jahren 1921 bis einschl. 1923. — Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1923 und 1924.
- Stellwaag, Die Schmarotzerwespen als Parasiten. Monogr. z. angew. Entom. 1925.
- Schedl, Erweiterung zum Aufsatze. Verkummern und Verderben von Brutten forstschädlicher Insekten von Forstrat Nechleba. Anz. f. Schädlingskunde. 1928. S. 109 ff.
- Schimitschek, Beobachtungen bei einer Übervermehrung der Tannentrieblaus *Dreyfusia Nüsslini* C. B. Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1928.
- — *Clytus lama* Muls. usw. Zentralbl. f. d. ges. Forstwes. 1928.
- Saalas U., Über die Borkenkäferfauna und den durch sie verursachten Schaden in den Wäldern Finnlands. Acta forest. fennica 10. 1919.
- Weise: *Tetropium Gabrieli* n. sp. Deutsch. Entom. Zeitschr. 1905. S. 136.
- Wiedemann, Zuwachsrückgang und Wuchsstöckungen der Fichte. 1925.

# Ein Beitrag zur Fortpflanzungsbiologie des Borkenkäfers *Pityogenes chalcographus* L.

Von

**F. Schwerdtfeger.**

(Aus dem zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule Hann. Münden)

(Mit 17 Abbildungen)

## Inhalt.

	Seite
1 Einleitung	336
2 Morphologie und Histologie der Geschlechtsorgane	337
a) Methodik	337
b) Gliederung und Entwicklung des Genitalapparates	338
c) Morphologie der weiblichen Geschlechtsorgane	339
d) Histologie der weiblichen Geschlechtsorgane	343
e) Morphologie der männlichen Geschlechtsorgane	347
f) Der Penis	348
g) Histologie der männlichen Geschlechtsorgane	351
h) Auswertung	355
3 Äußere Geschlechtsmerkmale	356
4 Überwinterung der Käfer	355
a) in den Geburtsstätten	358
b) in Überwinterungsgängen	367
c) an anderen Orten	369
5 Die Flugzeit	370
a) Beginn des Schwarmens	370
b) Verschiedenheit im Auskriechen der Männchen und Weibchen	375
c) Wahl des Brutraumes	383
α) Wahl der Holzart	384
β) Art des Befalls	385
d) Anlegen der Rammelkammer	397
6 Begattung und Eiablage	396
a) Begattung	396
b) Eiablage	400
c) Zahl und Länge der Muttergänge Zahl der Eier	401
d) Einmalige oder mehrmalige Begattung	403
7 Verbleiben der überzahligen Männchen	411
8 Anhang: Über die forstliche Bedeutung des Kupferstechers	419
Literatur	424

## 1. Einleitung.

Anlaß zu vorliegender Arbeit gab ein im Oktober 1925 in der „Silva“ erschienener Aufsatz von R. Vogel: Bemerkungen über das Geschlechtsverhältnis und die Fortpflanzungsbiologie rindenbrütender Borkenkäfer. Angeregt durch die Beobachtung Seitners (80)<sup>1)</sup>, daß Männchen und Weibchen des polygamen *Ips typographus* in den Geburtsstätten in gleicher Anzahl auftreten, untersuchte Vogel den in weit ausgesprochenerem Maße polygamen *Pityogenes chalcographus* auf sein Geschlechtsverhältnis und konnte feststellen, daß auch hier in den Brutstätten durchschnittlich 1 Männchen auf 1 Weibchen entfällt, während in den nach dem Ausschwärmen angelegten Fraßfiguren stets 1 Männchen in Gemeinschaft mit 3—6 Weibchen gefunden wird. Vogel warf nunmehr die naheliegende Frage nach dem Verbleib der überzähligen Männchen auf und fand auch eine einleuchtende Erklärung. Diese auf ihr tatsächliches Bestehen hin zu prüfen, war die ursprüngliche Aufgabe meiner Arbeit.

Da neben der von Vogel vorgeschlagenen Lösung noch andere Möglichkeiten bestanden, die Frage nach dem Verbleib der Männchen zu beantworten, mußten zur Prüfung all dieser Erklärungsversuche weite Gebiete der Fortpflanzungsbiologie des Kupferstechers herangezogen werden, die zum Teil noch nicht untersucht waren. Es war also nötig, die durch Arbeiten früherer Autoren bekannten Tatsachen durch neue Untersuchungen zu ergänzen.

Die zur Lösung der gestellten Aufgabe unternommenen Versuche nahmen einen unerwartet großen Umfang an; auch ergab sich manches, was für die Frage nach dem Verbleib der Männchen bedeutungslos war, für die Kenntnis der Biologie des Kupferstechers jedoch wissenswert erschien. So ist schließlich eine Arbeit entstanden, in der das ursprüngliche Ziel nur noch einen kleinen Bestandteil eines zwar lückenhaften, aber zusammenhängenden Bildes der Fortpflanzungsbiologie von *P. chalcographus* bildet.

Die biologischen Versuche wurden teils in der Wohnung des Verf. in Köln, zum weitaus größeren Teile im Zoologischen Institut der Forstlichen Hochschule zu Hann. Münden ausgeführt. Die anatomisch-histologischen Untersuchungen wurden teilweise im Zoologischen Institut zu Hann. Münden und teilweise im Zoologischen Institut der Universität Köln durchgeführt.

Es ist mir ein Bedürfnis, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. Rhumbler für die Anregung zu vorliegender Arbeit sowie für die lebenswürdige Unterstützung während ihrer Ausführung meinen ergebensten und herzlichsten Dank auszusprechen. Ferner danke ich dem seinerzeitigen Hilfsarbeiter des Mündener Zoologischen Instituts, Herrn Förster Braatz

für seine mir stets in freundlichster Weise gewährte Hilfe. Es sei mir auch gestattet, Herrn Prof. Dr. Bresslau-Köln, sowie Herrn Privatdozent Dr. Harnisch-Köln an dieser Stelle für ihre freundlichen Unterstützungen und Ratschläge meinen ergebensten Dank zu sagen.

## 2. Morphologie und Histologie der Geschlechtsorgane.

Seit Nüsslins Zeiten ist eine Beschäftigung mit der Fortpflanzungsbiologie eines Borkenkäfers ohne eingehende Kenntnis seiner Geschlechtsorgane undenkbar. Verf. hielt es für nützlich, den biologischen Ausführungen eine Beschreibung der Geschlechtsorgane des Kupferstechers, sowohl im unentwickelten als auch im geschlechtsreifen Zustand, voranzusetzen. Daß neben der Morphologie auch die Histologie in den Kreis der Betrachtungen gezogen wurde, erklärt sich aus der Tatsache, daß manche morphologischen Eigentümlichkeiten nur unter Berücksichtigung der Histologie verständlich werden. Zudem ist die Histologie der Geschlechtsorgane der Scolytiden so gut wie nicht beschrieben. Natürlich konnte auf Einzelheiten nirgends eingegangen werden, da die Beschreibung der Geschlechtsorgane ja nicht Selbstzweck, sondern lediglich Mittel zur Untersuchung der biologischen Verhältnisse des Kupferstechers sein sollte.

### a) Methodik.

Zur Herstellung von Totalpräparaten der Geschlechtsorgane wurden die Käfer in 95prozent. Alkohol getötet und fixiert und darauf in 70prozent. gebracht. Es erwies sich als nicht ratsam, die Käfer länger als zwei Tage in dem Alkohol zu belassen, da längere Einwirkung die Gewebe so mürbe machte, daß eine Präparation sehr erschwert oder gar unmöglich wurde. Da aber frische Käfer stets zur Verfügung standen, lag kein Bedürfnis vor, die getöteten Käfer längere Zeit aufzubewahren. Sie wurden unter dem binokularen Mikroskop in einer Schale mit Wachsboden unter Wasser vom Rücken her aufgeschnitten. Die herauspräparierten Geschlechtsorgane wurden mit Alaunkarmin gefärbt. Die so erhaltenen Präparate lassen meist schon alles erkennen, was in einer biologischen Arbeit wissenschaftlich wert erscheint. Für genauere Untersuchungen läßt sich jedoch die Schnittmethode nicht umgehen.

Zur Herstellung von Schnitten mußten Fixiermittel angewandt werden, die bei bester Konservierung der Gewebe leicht durch den Chitinpanzer eindringen. Als gut erwies sich das Gemisch von Carnoy (6 Teile Alc. abs., 3 Teile Chloroform, 1 Teil Eisessig). Die Käfer wurden lebend hineingetan und nach etwa 10 Minuten in 96prozent. Alkohol überführt. Mit gleichem Erfolge wurde auch das von Saling (20<sup>1</sup>) angegebene Gemisch angewandt (56 ccm Sublimat conc. in aq. dest., 40 ccm Alc. 96prozent., 4 ccm Acidum nitr. conc.); hier blieben die Käfer 2 Minuten in der siedenden Flüssigkeit und wurden dann sofort in 96prozent. Alkohol gebracht. Puppen und eben ausgeschlüpfte Jungkäfer wurden, letztere nach Entfernung der dickchitinigen Flügeldecken, ohne weiteres aus dem 96prozent. in absoluten Alkohol überführt und dann über Zedernholzöl in Paraffin eingebettet; es empfahl sich, sie mindestens 24 Stunden im flüssigen Paraffin zu belassen, damit eine ordentliche Durchtränkung stattfinden konnte. Die Schnittdicke betrug 10  $\mu$ . Gefärbt wurde mit Delafieldschen Hämatoxylin in Verbindung mit Eosin oder Orange G.

Ältere Imagines mit harter Chitindecke wurden zur Erweichung des Chitins mit Diaphanol behandelt. Nach der Fixierung blieben die Käfer mehrere Tage in 96prozent. Alkohol und wurden dann in verschlossene, im Dunkeln aufbewahrte Gläser mit Diaphanol

gebracht. Die nach Salingscher Methode behandelten waren nach 24 Stunden vollkommen weiß und enichitiniert, während die nach Carnoy fixierten Käfer mindestens 3 Tage in Diaphanol bleiben mußten; auch traten in letzterem Falle Schrumpfungen des Abdomens ein. Bei nachfolgender Diaphanolbehandlung ist demnach das Salingsche Gemisch dem von Carnoy vorzuziehen. Nach der Entchitinsierung wurden die Käfer in mehrmals gewechseltem 95prozent. Alkohol ausgewaschen und dann wie oben weiter behandelt. Die Schnittdicke betrug hier 15  $\mu$ .

## b) Gliederung und Entwicklung des Genitalapparates.

Bei beiden Geschlechtern sind am Genitalorgan zwei in ihrer Funktion völlig verschiedene Teile zu unterscheiden: die keimbereitenden Drüsen und deren Ausführungsgänge. Es sind zwei, sich wiederum paarig zusammensetzende Keimdrüsen (Eierstöcke, Hoden) vorhanden, in denen die

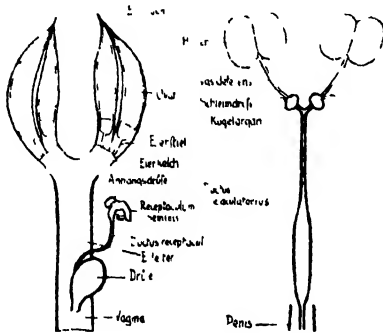


Abb. 1.

Schema der Genitalorgane von *P. chalcographus*.  
Die dick umrandeten Teile sind ektodermaler, die  
übrigen mesodermaler Herkunft.

Geschlechtsprodukte bereiteten werden. Aus den Keimdrüsen entspringen im weiblichen Geschlecht die Eierkelche, im männlichen die Vasa deferentia. Diese paarigen Gänge vereinigen sich zu dem unpaaren Endkanal (Eileiter, Ductus ejaculatorius). Siehe Abb. 1. Zu diesem Grundschema treten bei beiden Geschlechtern wichtige Anhangsteile hinzu. Zwischen Vas deferens und Ductus ejaculatorius findet sich ein kugeliges Gebilde, dessen einzelnen Teilen Nüßlin (19) die Namen Zunge, Bocher und Mantel gegeben hat, das in seiner Gesamtheit

von Harnisch (10) bei den Chrysomeliden als Prostata bezeichnet wurde. In dieses Organ mündet eine Schleimdrüse. Das Ende des Ductus ejaculatorius wird vom Begattungsorgan, dem Penis, aufgenommen. Im weiblichen Geschlecht sind als wichtige Anhangsgebilde das Receptaculum seminis sowie die Kittdrüse zu nennen.

Genetisch sind die einzelnen Teile nicht gleichwertig. In sehr jungen Stadien der Embryonalentwicklung trennen sich vom Mesoderm einzelne Keimzellen ab, die sich zur Keimdrüse ausbilden. In der Larve sind Hoden und Eierstöcke noch sehr klein. Ihnen wächst eine unter dem After beginnende Einstülpung des Ektoderms entgegen, welche die Anlage der Ausführungsgänge darstellt. Keimdrüsen und Ausführkanäle sind in der Larve noch getrennt. Erst bei Beginn des Puppenstadiums verschmelzen der mesodermale und der ektodermale Teil. Siehe Abb. 2.

Der ektodermale Teil des Geschlechtsorgans ist durch eine chitinige Intima ausgezeichnet. Durch Behandlung mit 35prozent. Kalilauge werden die Gewebe zerstört, nur die Intima bleibt erhalten. Auf diese Weise läßt sich am erwachsenen Genitalorgan leicht feststellen, wieweit es ektoder-

maler und mesodermaler Herkunft sei. Aus dem Ektoderm entstanden sind im männlichen Geschlecht der Penis und der Ductus ejaculatorius; seine Intima reicht nicht nur bis zum Ende des unpaaren Kanals, sondern setzt sich proximal in die paarigen Ausführungsgänge fort bis zum Becher, den sie ebenfalls innen überzieht (Abb. 1). Als Ductus ejaculatorius sind demnach nicht nur der unpaare Teil, sondern auch die distalen Enden der paarigen Gänge zu bezeichnen. Der Becher stellt sich als Endgebilde des ektodermalen Abschnitts dar, in den die mesodermale Zunge hineinragt. Beim Weibchen sind Eileiter, Receptaculum und Kittdrüse mit Chitin ausgekleidet.

### c) Morphologie der weiblichen Geschlechtsorgane.

Stein (23) unterscheidet in seiner Monographie der weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer drei Hauptabschnitte des Genitalorgans: das

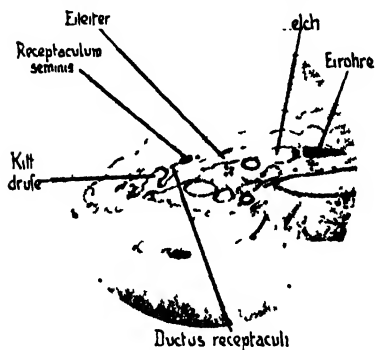


Abb. 2 Längsschnitt durch das Abdomen einer älteren Puppe. Photographie Vergr. 50

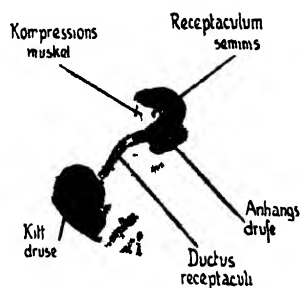


Abb. 3 Kittdrüse und Befruchtungsapparat. Photographie Vergr. 100

Bildungsorgan der Eier mit seinen Ausführungsgängen, das Begattungsorgan und das Befruchtungsorgan. Diese Einteilung ist auf die funktionelle Verschiedenheit der einzelnen Abschnitte gegründet und erhebt keinen Anspruch auf entwicklungsgeschichtliche Unterlage; sind doch im ersten Abschnitt mesodermale und ektodermale Teile vereinigt! Der Vorzug dieser Unterscheidung liegt in ihrer Übersichtlichkeit, und deshalb sei sie auch hier angewandt.

Dem ersten Organ fällt die eigentliche Aufgabe des weiblichen Genitals zu, nämlich die Eier zu erzeugen und sie dorthin zu leiten, wo sie durch die beiden weiteren Organe die Fähigkeit zur Fortentwicklung erlangen. Dieser ursprünglichste Teil des Geschlechtsapparates setzt sich zusammen aus den Eiröhren, den Eierkelchen und dem Eileiter. Wie alle Borkenkäfer besitzt *P. chalcographus* vier Ovarien, die paarig den beiden Eierkelchen aufsitzen. Eiröhren und Eierkelche bilden in ihrer Gesamtheit die Eierstöcke. Stein nennt diese, nur bei den Rhynchophoren auftretende Form „gezweigte Eierstöcke, ovaria geminata“.



Die Eiröhren sind im Querschnitt kreisrunde, beim Jungkäfer spindelförmige Gebilde; ihr vorderes, spitzes Ende läuft in einen Endfaden aus. Unmittelbar nach ihrem Ursprung vereinigen sich die beiden Endfäden eines Eierstockes miteinander. Im histologischen Teil wird näher auf den Endfaden eingegangen werden. Das distale Ende der spindelförmigen Eiröhre ist abgerundet; es sitzt nicht unmittelbar dem Eierkelch auf, sondern ist mit ihm durch den Stiel verbunden, der ungefähr ebenso lang wie der Kelch, aber bedeutend dünner<sup>1)</sup> ist. (S. Abb. 1.) Der Kelch ist ein kurzer, weitlumiger Blindsack, auf dessen geschlossenem Ende die beiden Eiröhren mit ihren Stielen aufsitzen. Die Eierkelche vereinigen sich zum Eileiter, einem unpaaren, weiten Schlauch.

Mit zunehmender Geschlechtsreife wachsen die Ovarien, bis sie schließlich die doppelte ursprüngliche Länge und an ihrer dicksten Stelle den dreifachen Durchmesser besitzen. In den meisten Fällen ist eine deutliche Dreigliederung der Röhre zu erkennen. Die untere Hälfte nimmt ein nahezu reifes Ei ein, darüber folgt ein weniger entwickeltes, und an der Spitze liegt das Keimfach, das in mit Alaunkarmin gefärbten Präparaten mit einer großen Zahl dunkler Kerne gefüllt erscheint. Nicht immer sind zwei Eier in mehr oder minder reifem Zustande vorhanden, zuweilen auch eine größere oder kleinere Anzahl. Die Dreiteilung stellt nur den am häufigsten vorkommenden Fall vor.

Ein eigentliches Begattungsorgan, wie es bei den meisten Borkenkäfern in der Bursa copulatrix entwickelt ist, besitzt *P. chalcographus* nicht. Nüßlin (19) will bei *Pityogenes* „den meist kurzen aber angeschwollenen Stiel des Receptaculum als funktionelles Analogon der Bursa ansehen“. Dem widerspricht mein Befund. Nüßlin gibt leider keine Abbildung des Genitalorgans von *Pityogenes*, sondern nur eine von *Ips*, die wahrscheinlich auch die Verhältnisse bei *Pityogenes* charakterisieren soll, da beide Gattungen gemeinsam behandelt werden. Das Bild zeigt einen kurzen, erweiterten Samengang. Bei *Pityogenes* sind die Verhältnisse aber ganz anders. Der Ductus ist lang und dünn, ohne irgendwelche Anschwellung am unteren Ende (Abb. 3). Das Lumen ist zur Aufnahme des Penis viel zu eng. Eine Erweiterung des Lumens ist auch undenkbar, da die Wandung dünn und ungefalted ist. Bei einer Einführung des Penis würde das zarte Epithel wahrscheinlich zerreißen. Eine funktionelle Vertretung der Bursa durch den Ductus receptaculi dürfte bei *P. chalcographus* ausgeschlossen sein, zumal der Samengang nicht in den Eileiter sondern in die sogenannte Kittdrüse einmündet.

Auch in der Beschreibung der „Kittdrüse“ ist Nüßlin ein Fehler unterlaufen. Es ist ein birnenförmiges Gebilde (Abb. 3), das mit einem kurzen Stiel in den Eileiter nahe seinem distalen Ende einmündet.

<sup>1)</sup> Die genaueren Maße sind am Schluß des 2. Abschnitts zu finden.

Nüßlin sagt (19, S. 307): „Nur *Eccoptogaster* und *Ernoporos* ermangeln einer Kittdrüse. — Die Kittdrüse ist bei allen übrigen Borkenkäfern außer *Cryphalus* paarig entwickelt“ Verf. konnte bei *P. chalcographus* nur eine, dorsal vom Eileiter gelegene Drüse feststellen. Die Nüßlinsche Behauptung paarigen Vorkommens der Kittdrüse bei sämtlichen Borkenkäfern außer *Eccoptogaster*, *Ernoporos* und *Cryphalus* ist also zu berichtigen, ebenfalls die das System der Borkenkäfer betreffenden Folgerungen aus dieser irrigen Auffassung.

Es wurde oben gesagt, der Samengang münde in die Kittdrüse ein. Diese eigenartige Tatsache läßt sich auf Totalpräparaten, die Nüßlin wohl für seine systematischen Forschungen vorwandt hat, kaum erkennen. Die Drüse liegt dem Eileiter dicht an, und in den Winkel zwischen beiden sieht man den Ductus sich einschieben und verschwinden. Es liegt nahe anzunehmen, daß er nicht in die Drüse, sondern in den Eileiter einläuft. Schnittserien ergeben dagegen folgendes: die Drüse ist durch eine Zellwand in zwei Kammern geteilt, eine dorsale und eine ventrale. In die ventrale, also die dem Eileiter genäherte, Kammer mündet von oben her, etwas lateral, der Samengang ein (Abb. 4). Es wäre denkbar, daß es sich hier garnicht um ein drüsiges Organ handelt, sondern um die Bursa copulatrix, deren Vorhandensein bisher verneint wurde. Dem widerspricht aber die histologische Beschaffenheit des Gebildes; das Epithel besteht ausschließlich aus Drüsenzellen, und der innere Hohlraum ist im Verhältnis zur Ausbildung des Drüsenepithels äußerst klein (Abb. 4 und 7). Wahrscheinlich nimmt weder die Drüse noch der Ductus receptaculi den Penis bei der Begattung auf, sondern der untere Teil des Eileiters, der dann als Vagina zu bezeichnen wäre. Leider ist es Verf. bisher nicht gelungen, ein Pärchen in Copula zu präparieren; dies würde jedenfalls den besten Aufschluß geben.

„Über die funktionelle Bedeutung der Kittdrüse fehlt uns noch jeder sichere Anhaltspunkt. „Mit dieser Feststellung begnügt sich Nüßlin. Escherich (7, S. 110) schreibt: „Ihre Sekrete dienen dazu, die Eier an der Unterlage festzukleben, oder aber sie mit besonderen Kokons zu umgeben, oder die im Wasser abgelegten Eier in Gallerte (Laich) einzubetten und noch zu vielen andern Zwecken.“ Von diesen ganz allgemein für sämtliche Insekten dargestellten Funktionen der Kittdrüse käme für die Borkenkäfer nur das Festkleben der Eier an die Unterlage in Frage. Klebt aber *Pityogenes* seine Eier an? Die mit einem Ei belegte Grube wird mit Bohrmehl fest verstopft, sodaß ein Verrücken des Eies unmöglich wird. Hierdurch wird ein Ankleben überflüssig gemacht; denn ein Grund

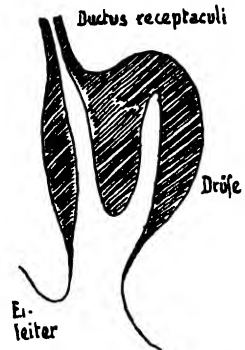


Abb. 4. Schema der Kittdrüse.

zum Ankleben ist doch nur vorhanden, wenn verhindert werden soll, daß das Ei aus seiner Lage gerät; dies wird aber schon durch die Bohrmehlpolsterung unmöglich gemacht. Versucht man, mit einer Nadel ein Ei aus seiner Grube zu entfernen, so ist ebenfalls von einem Angeklebtsein nichts zu spüren. Könnte die Drüse nicht Stoffe produzieren, die zur sexuellen Reizung des Männchens dienen? Oder aber das Sekret dient zur Lebenderhaltung des bei der Begattung empfangenen Samens. Wie gesagt mündet der Samengang in die Drüse. Das Sperma würde dann aus der Vagina in die Drüse gelangen, sich hier mit dem Sekret mischen und seinen Weg in den Befruchtungsapparat hinein fortsetzen. Doch sind dies Spekulationen, die sich vorläufig nicht beweisen lassen.

Der durch seine starke, querlinige Chitinisierung auffallendste Bestandteil des Befruchtungsorgans ist das Receptaculum seminis. Seine Gestalt ist lang und hufeisenartig gekrümmt; es beginnt mit einer engen Öffnung, wird allmählich breiter und läuft schließlich wieder spitz zu (Abb. 3). In die Öffnung mündet der schon oben besprochene Samengang. Dem der Öffnung genäherten Drittel des Receptaculums sitzt die halbmondförmige Anhangsdrüse auf. Ihr Lumen ist mit dem des Receptaculums durch ein zapfenförmiges Chitinröhrchen verbunden.

Der ganze Apparat dient zur Befruchtung der durch den Eileiter herabgleitenden Eier. Die Spermatozoen wandern durch den Ductus receptaculi in das Receptaculum seminis und werden hier so lange aufbewahrt, bis sie zur Befruchtung benötigt werden. Ist der Zeitpunkt gekommen, so tritt ein auf der konkaven Seite der Samenblase zwischen den beiden Schenkeln ausgespannter Muskel in Tätigkeit, der aus parallel nebeneinander liegenden, quergestreiften Muskelfasern besteht und von Stein (23) Kompressionsmuskel genannt wurde (Abb. 3). „Er hat jedenfalls den Zweck, zum Behuf der Befruchtung durch Kontraktion seiner Fasern die beiden Schenkel der Samenkapsel einander noch mehr zu nähern und dadurch einen Teil der eingeschlossenen Spermatozoen aus der Samenkapsel in den Samengang und durch diesen in die Scheide auf die zu befruchtenden Eier zu treiben.“

Escherich (7) bezeichnet als Aufgabe der Anhangsdrüse die Ausscheidung von Sekreten, die zur Lebenderhaltung des Samens dienen. Nüßlin (18, S. 291) weist ihr eine andere Funktion zu: „Nach meinen Forschungen dient ganz allgemein die Anhangsdrüse bei Rüsselkäfern (*Pissodes*) und Borkenkäfern als Spermareservoir und würde viel eher den Namen „Receptaculum seminis“ verdienen als die Samenblase selbst, da letztere nicht selten zur gleichen Zeit leer ist, wenn die Anhangsdrüse gefüllt erscheint. Aller Wahrscheinlichkeit ist die chitinige, durch Kompressionsmuskeln im Lumen veränderliche Samenblase ein Organ zur Regulierung des Inhalts der Anhangsdrüse. Es wird pumpend bei der Füllung und Entleerung, letztere zur jeweiligen Befruchtung reif gewordener Eier tätig sein“.

#### d) Histologie der weiblichen Geschlechtsorgane.

Bei der Betrachtung des Ovars sei zunächst die Peritonealhülle, dann der Endfaden und schließlich die Eiröhre im engeren Sinne behandelt.

Die Tunica peritonealis ist ein aus dem Fettkörper hervorgehendes, accessorisches Gebilde, das mit dem Geschlechtsapparat in keinem unmittelbaren Zusammenhang steht. Sie ist modifiziertes Fettgewebe, daß der Eiröhre als umhüllender Mantel dient. Entsprechend ihrer Entstehung liegt sie dem Fettkörper dicht an. Es kommt häufig vor, daß sich auf Schnitten die etwas geschrumpften Eiröhren von dem umgebenden Fettgewebe lösen; dann bleibt die Peritonealhülle meist mit dem Fettkörper verbunden, zwischen ihr und der Eiröhrenwand klafft eine Lücke.

Die Peritonealhülle (Abb. 5) ist eine einschichtige Haut, bei der Zellgrenzen nicht zu erkennen sind. Dagegen sind die einzelnen Kerne deutlich sichtbar. Die Durchmesser der Kerne sind größer als die Dicke der Hülle, sodaß jeder Kern durch eine beiderseitige Auftreibung der Haut gekennzeichnet ist. Muskelfasern, die Stein als Hauptbestandteil der Tunica peritonealis angibt, die aber schon von anderen Autoren als nebensächlicher, bei manchen Formen fehlender Bestandteil bezeichnet wurden, sind bei *P. chalcographus* nicht zu erkennen.

Das proximale zugespitzte Ende des Ovars mündet in den Endfaden, einen dünnen, plasmatischen Strang, in dem sehr kleine Kerne eingebettet liegen. Umgeben ist dieser Plasmastrang von der Tunica propria und der Tunica peritonealis (Abb. 5). Die Endfäden je zweier zusammengehöriger Eiröhren vereinigen sich kurz nach ihrer Entstehung; der Verlauf der so gebildeten Doppelendfäden läßt sich auf den Schnitten nicht weiter verfolgen. Analog den Funden bei anderen Insekten ist die Annahme zwingend, daß sie sich zum Verbindungsstrang vereinigen, der vielleicht frei im Fettkörper endigt, wie es Heymons (11) bei *Phyllodromia* feststellte, der aber auch wie bei dem von Demandt (5) untersuchten *Dytiscus* mit dem Chitinskelett des Mesothorax verbunden sein mag.

Die Eiröhre ist von der Tunica propria, einer dünnen, strukturlosen Membran umhüllt, die, anders als die Tunica peritonealis, eine kutikuläre Ausscheidung der oberflächlichen Zellenlage der Eiröhre darstellt.

Abb. 5 veranschaulicht das Ovar eines eben ausgeschlüpften Jungkäfers. Das proximale Ende der Röhre ist von Zellen mit großen Kernen erfüllt, deren Chromatin kreisförmig an der Peripherie angeordnet ist. Es sind die Keimzellen oder Oogonien. Distalwärts finden sich anders geartete Zellen, die aus den Oogonien hervorgegangenen Oocyten. Sie unterscheiden sich von den ersteren durch größere Plasmaanhäufung und durch Kerne mit regellos durcheinander liegenden Chromatinkörnern.

Zwischen diesen Keimzellen finden sich, allerdings bei *P. chalcographus* sehr schwer erkennbar, kleine Epithelzellen. Nur die dunklen Kerne sind als schwarze Punkte neben den Oogonien und Oocyten sichtbar. Epithel- und Keimzellen sollten nach der Lehre des vorigen Jahrhunderts aus einheitlichen Elementen entstehen. Vor allem durch Claus (4) wurde diese Lehre befestigt. Sie blieb nicht unangefochten; aber nach den umfangreichen Untersuchungen Korschelts (15) blieb sie als unbestrittener Sieger am Platze. Korschelt fand, daß „Ei-, Nähr- und

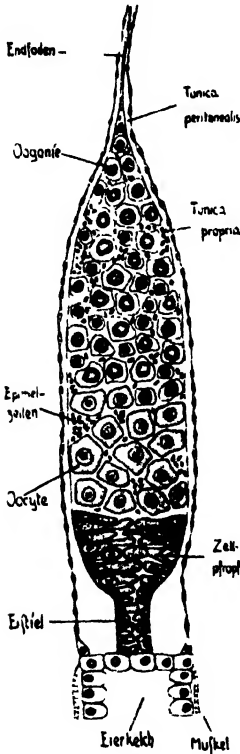


Abb. 5. Längsschnitt durch den Eierstock eines Jungkäfers. Vorgr. 260.

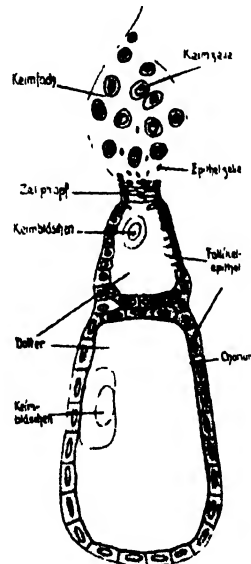


Abb. 6. Längsschnitt durch eine Eiröhre eines alten Käfers. Vorgr. 160.

Epithelzellen durch direkte Umwandlung der Elemente der Endkammer ihren Ursprung nehmen, und daß sich die letzteren wiederum bis in die indifferenten Elemente des Endfadens verfolgen lassen“. Alle Untersuchungen hatten aber den Nachteil, daß sie am Imago, nur selten an der Puppe oder Larve gemacht worden waren; eine systematische Betrachtung der aufeinander folgenden Entwicklungsstadien war niemals vorgenommen worden. So ist es nicht verwunderlich, daß, als einmal die Embryologie der Insekten näher untersucht wurde, die aus einem einzigen Entwicklungsstadium gezogenen Schlüsse als falsch erkannt, und die Anschauung von der einheitlichen Entstehung der verschiedenen Zellen-

elemente des Ovars umgeworfen wurde. Heymons (11) fand bei *Phyllodromia germanica*, und später auch bei anderen Insekten, daß schon in sehr jungen Embryonalstadien einerseits Epithel-, andererseits Keimzellen entstehen, sodaß von einem einheitlichen Ursprung nicht die Rede sein kann. Spätere Forscher haben die Heymonsschen Ergebnisse bestätigt, so u. a. Groß (9), der wie Korscheit die Epithelzellen mit denen des Endfadens identifiziert, der aber die Keimzellen unabhängig von diesen entstehen läßt.

Das distale Ende des Ovars ist mit quergestellten, langgestreckten Zellen erfüllt, die dicht nebeneinander gelagert sind. Sie bilden gleichsam einen Pfropfen zum Verschuß der Eiröhre, und Demandt nennt dieses Gebilde auch Zellpfropf. Es besteht aus Epithelzellen.

Während so das unreife Ovar einen einheitlichen Eindruck macht, tritt beim älteren Tier eine deutliche Trennung zwischen mehr oder weniger entwickelten Eizellen und dem Keimfach ein. Beim jungen Individuum bildet ja das ganze Ovar das Keimfach, später wird es auf das proximale Ende der Eiröhre beschränkt. Aber nicht nur an Raum nimmt es ab, auch histologisch scheint es verändert (Abb. 6). Im Innern des Keimfachs sind bedeutend weniger, aber größere Zellen vorhanden, als in jungen Eiröhre der Epithelzellen finden sich hauptsächlich am distalen Ende; hier bilden sie wiederum einen, wenn auch kleinen Zellpfropf. Die Entstehung eines Eies spielt sich in der Weise ab, daß mehrere Keimzellen in den pfropfartigen Epithelzellhaufen sinken; eine dieser Keimzellen vergrößert sich stark; ihr Chromatin löst sich in feinste Körnchen auf und verteilt sich gleichmäßig im schnell wachsenden Kern. So nimmt der Kern allmählich das charakteristische Aussehen des Keimbläschens an. Die übrigen Keimzellen fungieren lediglich als Nährzellen und werden zu Dotter umgeschmolzen. Die Epithelzellen gruppieren sich um das Ei herum und bilden die Follikelschicht. Unter dem Keimfach in Abb. 6 sehen wir ein Ei in diesem Stadium. Das Plasma einzelner Follikelzellen steht mit der Dotter in Zusammenhang. Es ist möglich, daß über diese Brücken Nährstoffe von den Follikelzellen an das Ei abgegeben werden, wie Mollison es für *Melolontha vulgaris* nachgewiesen hat. In dem darunterliegenden, späteren Stadium hat sich das Ei bedeutend gestreckt. Die Follikelzellen haben diese Streckung mitgemacht; sie sind im Längsschnitt ungefähr dreimal so groß wie vorher. Um den Dotter hat sich eine Haut gebildet, das Chorion, das als kutikuläre Ausscheidung der Follikelzellen anzusehen ist.

Im jungen, noch nicht in Keimfach und Eizellen gegliederten Ovar setzen sich die Epithelzellen des Pfropfes unmittelbar in die Zellen des Eiröhrenstieles fort (Abb. 5). Ein Unterschied zwischen Pfropfzellen und Stielzellen ist nicht zu erkennen. Die Kerne sind peripher gelagert, so daß sie im Querschnitt durch den Stiel wie ein unter der Tunica propria gelegener Kranz erscheinen. Beim jungen Tier schließen

die Zellen in der Mitte dicht zusammen; ein innerer Hohlraum ist nicht zu erkennen. Der Stiel ist von dem etwa viermal breiteren Eikelch durch eine Zellplatte getrennt, die ebenfalls im Jugendzustand keine Durchtrittsöffnung für das Ei zeigt. Sie dient als Anheftungsplatte für die Peritonealhülle. Beim alten Weibchen, das schon Eier gelegt hat, ist vom Stiel nicht viel zu erkennen. Sein Lumen ist weit auseinander gedrängt, die Zellen sind an die Peritonealhülle gerückt, und die Zellplatte ist durchstoßen, sodaß Stiel und Eikelch ohne merkbare Grenze ineinander übergehen. Dort, wo ehemals der Stiel war, sind nunmehr die

Corpora lutea zu finden, die Überreste der abgestoßenen und degenerierten Follikelzellen.

Das Epithel des Eierkelches ist einschichtig und von Längsmuskeln umgeben. Eine Intima ist nicht vorhanden.

Der Eileiter zeigt im Gegensatz zum Eierkelch eine mächtige Faltung. Der innere Hohlraum ist ziemlich klein, kann aber infolge der Faltung der Wand sehr stark erweitert werden. Auch hier wird das Epithel von einer Längsmuschicht umgeben. Eine Intima ist vorhanden. Nach dem distalen Ende zu wird die Faltung immer stärker. Neben den bisher nur vorhandenen Längsmuskeln sind nun auch Quermuskeln sichtbar.

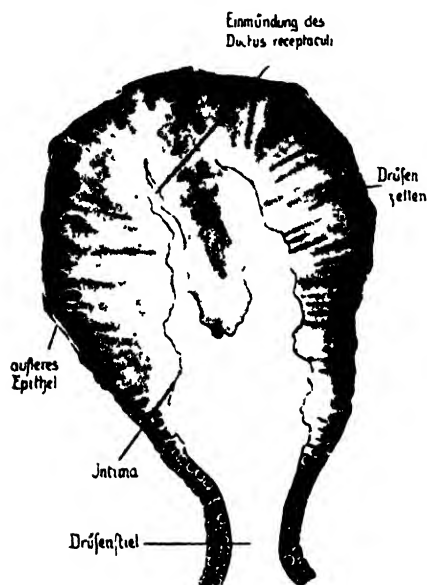


Abb 7 Längsschnitt durch die Kittdrüse. Vögel 640

Hier mündet die „Kittdrüse“ in den Eileiter. Ihr Epithel ist nahe dem Eingang zweischichtig; die Zellen sind kubisch (Abb. 7). Mit zunehmender Entfernung vom Drüsenstiel werden die Zellen der äußeren Schicht allmählich schmaler und langgestreckt. Das Plasma zieht sich zu einer dünnen Haut aus, in der ganz vereinzelt die dunklen Kerne liegen. Die innere Schicht verändert sich ebenfalls, aber in ganz anderem Sinne: die Zellen werden höher, säulenförmig, die Zellgrenzen verschwimmen. Der Zellinhalt erscheint in mit Orange G gefärbten Präparaten nach dem Innern der Drüse zu sehr hell und durchsichtig, nach dem äußeren Epithel hin wird er dunkler und nimmt an der Peripherie eine braune Farbe an. Hier am Außenrande liegen die Kerne. Das Innere der Drüse ist mit einer chitininigen Intima ausgekleidet, die äußerst dünn und zart ist, nach dem Eingang zu etwas dicker wird.

In die ventrale Kammer der „Kittdrüse“ mündet der Ductus

receptaculi. Seine Wand ist zweischichtig, und zwar liegt außen eine dünne Plasmahaut mit wenigen Kernen, innen eine Schicht kubischer Zellen.

Das Receptaculum besteht im Puppenstadium noch aus einem Zellepithel, das nach innen eine chitinige Intima ausscheidet; beim Käfer ist das Epithel zu Grunde gegangen, einzig sein Produkt, die chitinige Wandung, ist übrig geblieben.

Die Anhangsdrüse wird aus einem vielkernigen Epithel gebildet, das keinerlei Zellgrenzen erkennen läßt. Die Kerne sind von eigenartig eckiger Gestalt, und ihre Größe nimmt von der Peripherie zur Mitte hin ab. Die Innenseite des Epithels ist mit einer chitinigen Intima ausgekleidet.

### e) Morphologie der männlichen Geschlechtsorgane.

Überträgt man die Steinsche Unterteilung des weiblichen Geschlechtsorgans auch auf den männlichen Genitalapparat, so lassen sich hier zwei in ihrer Funktion voneinander verschiedene Organkomplexe unterscheiden: einerseits das Bildungsorgan der Samenfäden und seine Ausführungsgänge, andererseits der Begattungsapparat, der Penis.

Die Gonaden sind wie im weiblichen Geschlecht paarig entwickelt. Jeder Hode stellt eine Doppelkugel dar, deren beide Hälften an ihrer Verwachsungsstelle abgeplattet sind.

Das Vas deferens mündet zwischen den beiden Teilkugeln in den Hoden (Abb. 1 u. 9). Eine Gabelung des Samenleiters, derart, daß ein Ast in die eine Hodenhälfte, der zweite in die andere Hälfte eintritt, ist äußerlich nicht wahrzunehmen. Die Weite des Vas deferens ist gering; sie nimmt in der Mitte etwas zu, geht dann aber wieder auf den Anfangsdurchmesser zurück.

Der Samenleiter endet in einem kugeligen Organ, der sogenannten Samenblase, das von Harnisch (10) bei den Chrysomeliden mit „Prostata“ bezeichnet wurde. Sein Bau ist kompliziert und soll in der histologischen Besprechung näher behandelt werden. Auf Totalpräparaten erscheint es als einfache Kugel, die man wohl als Blase zur Aufbewahrung des Samens ansprechen kann. Außer dem Samenleiter mündet in dieses Kugelorgan eine Schleimdrüse oder Mesadenie, wie sie Escherich (6) genannt hat. Sie ist bei *P. chalcographus* unpaar, lappenförmig, distalwärts erweitert.

Der Ductus ejaculatorius ist zum größten Teile unpaar, am proximalen Ende gabelt er sich und schickt je einen Ast in die beiden Samentaschen. Bei großer Länge besitzt er einen sehr kleinen Durchmesser; ungefähr in der Mitte schwillt er etwas an, um sich beim Eintritt in den Penis wiederum zu verengern. Der erweiterte Teil hat sich in eine Schlinge gelegt.



### f) Der Penis.

Bei der Beschreibung des Penis ist es wegen seiner äußerst unübersichtlichen Zusammensetzung (Abb. 8a) notwendig, ihn zu zergliedern und seine Teile einzeln zu betrachten. Lindemann (16), der als erster den Penis der Borkenkäfer bearbeitete, unterscheidet zwischen primären und accessorischen Bestandteilen. Unter dem Ausdruck „primäre Bestandteile“ faßt er diejenigen Bestandteile des Penis zusammen, die innerhalb einer Borkenkäferfamilie nicht oder nur wenig variieren, während er mit „accessorische Bestandteile“ seinen sogenannten Aufsatz bezeichnet, d. h. diejenigen Gebilde, deren Form selbst innerhalb einer Gattung bedeutende Schwankungen aufweisen kann. Diese Einteilung behält auch Nüßlin (19) bei.

Lindemann und Nüßlin wollten die Chitingebilde des Penis für die Systematik verwenden. Für eine vergleichende Beschreibung mag eine Gliederung in primäre und accessorische Bestandteile ihren Vorzug haben. Hier handelt es sich jedoch um die Betrachtung des Penis einer einzigen Art; hier ist es gleichgültig, ob die einzelnen Teile innerhalb der Gattung *Pityogenes* konstant oder schwankend sind. Daher soll nicht die Teilung in primäre und accessorische Bestandteile angewandt werden; sondern die von Fuchs (8) angegebene. Fuchs unterscheidet zwischen Hüllen, Einlagen in diese Hüllen und außerhalb der Hüllen gelegenen Teilen.

Hüllen gibt es zweierlei (Abb. 8b): eine äußere und eine innere. Es sind stärker chitinisierte Teile zweier ineinander geschobener Röhren. An der äußeren Hülle bildet solch eine verdickte Stelle die „Gabel“, an der inneren den „Peniskörper“. Diese Bezeichnungen stammen von Lindemann und sind auch von Nüßlin und Fuchs beibehalten worden. Innerhalb dieser beiden konzentrischen Röhren liegt die Lindemannsche Rinne“, außerhalb der Hüllen der „Stengel“, ein gebogener Stab.

Die Gabel ist ein geschlossener Ring (Abb. 8c), deren deutlich sichtbare, wulstartige Verwachsungsstelle, als „Nabel“ bezeichnet wird. Dem Nabel diametral gegenüber liegt eine zweite Verwachsungsstelle, die besonders kräftig chitinisiert ist und in einem starken, dorsal aufwärts gebogenen Zapfen endigt. An dieser Verwachsungsstelle spannt sich zwischen den Schenkeln eine dünne Haut, die schwach chitinisiert und nur schwer zu erkennen ist. Fuchs hat sie „Gabeldecke“ genannt. Ebenso undeutlich zu erkennen sind zwei „Seitenlamellen“; auch sie sind nur schwach chitinisiert. Von diesen seitlichen Chitinflügeln aus erstreckt sich eine äußerst zarte Haut nach hinten. Diese Haut ist ebenso wie die Gabeldecke ein Rest des äußeren Hüllenzylinders. Die Gabel bildet nur einen besonders stark chitinisierten Teil dieses äußeren Rohres, an den sich die Muskeln ansetzen, die am vorderen Ende des Stengels und am Peniskörper entspringen und sich bis zur Gabel hinziehen.

Am inneren Hüllenrohr sind ebenfalls nur einzelne Teile chitinisiert, und zwar dorsal und ventral je ein Plattenpaar, die „dorsalen und ventralen Platten“. Sie stellen im Verein mit ihren Verbindungsstücken den Peniskörper dar.

Der Penis von *Pityogenes chalcographus* L.

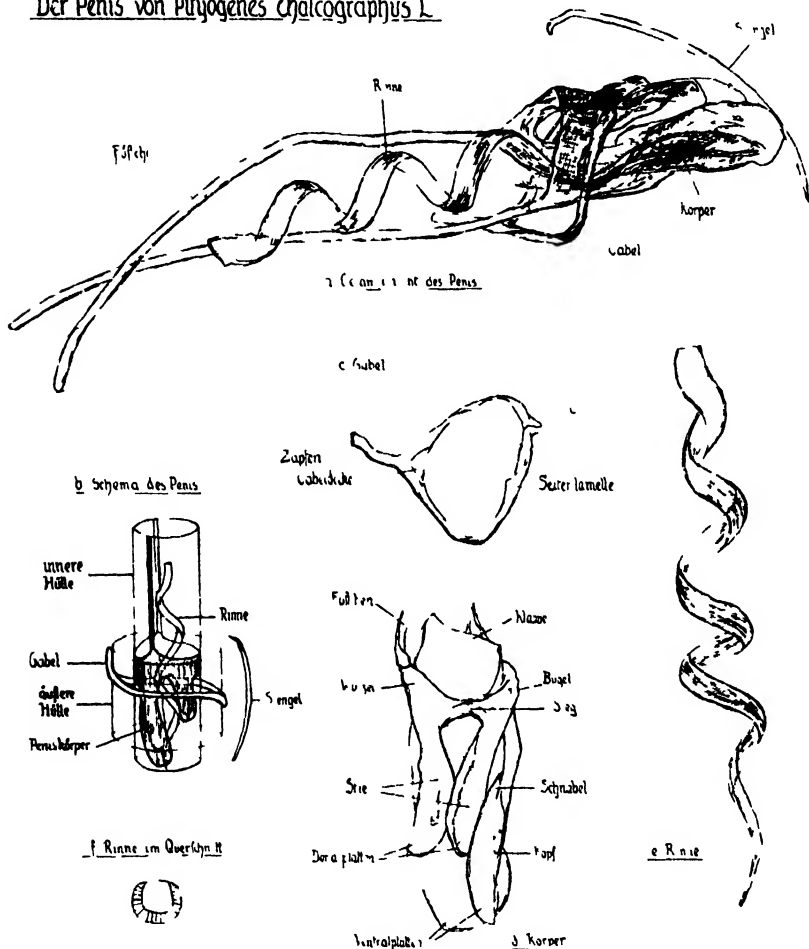


Abb 8 Der Penis von *P. chalcographus*, Vergr. 13,

Den Dorsalplatten bei *Pityogenes* und *Ips* entsprechen bei vielen anderen Borkenkäferfamilien die Lindemannschen „Endplatten“, die er zum Aufsatz rechnet. Während die äußere Gestalt der Endplatten sehr veränderlich ist, zeigen die Dorsalplatten stets ein mehr oder weniger löffelförmiges Aussehen (Abb. 8d). Ihre Chitinisierung nimmt von vorn nach hinten zu ab. Zu ihrer Versteifung dient der „Stiel“, ein nach

innen gelegener Chitinwulst, der äußerlich als dunkler Streifen sichtbar wird. Verbunden werden die beiden dorsalen Platten durch ein gerades, kräftiges Band, den „Steg“.

Die Ventralplatten erinnern in ihrer Gestalt an die dorsalen Platten, sind aber wesentlich größer. Fuchs und Nüßlin geben an, daß bei allen Arten vor allem das distale Ende der ventralen Platten kräftig chitinsiert sei. Bei *chalcographus* fand dagegen Verf. wie bei den Dorsalplatten so auch bei den Ventralplatten eine von vorn nach hinten abnehmende Chitinisierung. Am dunkelsten erscheint der basale Plattenteil, während am distalen Ende das Chitin fast durchsichtig wird. Dieser distale Teil ist eigenartig ausgebildet, er erinnert an einen Vogelkopf, und Fuchs hat seine beiden Teile auch „Kopf“ und „Schnabel“ genannt. Der Schnabel schaut dorsalwärts und umfaßt die über ihm liegende Dorsalplatte. Der Kopf trägt stets eine größere Anzahl deutlich sichtbarer Porenpunkte. Nüßlin schreibt ihm folgende Funktion zu: „Der hintere ventrale Mittelteil ist derjenige Teil, der zuerst mit den weiblichen Aufnahmeorganen in Berührung kommt, deshalb auch die Sinnesorgane führt, sei es zum Tasten, um die weiblichen Organe für die Begattung zu finden, sei es um die Reize der Wollustempfindung auszutauschen“. — Der Penis von *P. chalcographus* ist infolge einer lateralen Zusammendrückung unsymmetrisch aufgebaut; im Gegensatz zu den die gleiche Größe besitzenden Dorsalplatten sind die Ventralplatten verschieden groß ausgebildet, was sich besonders an Kopf und Schnabel bemerkbar macht. Basal sind die beiden Ventralplatten durch die Lindemannsche „Klappe“, eine dünnhäutige, chitinige Membran verbunden. Die linke Dorsalplatte tritt mit der linken Ventralplatte und ebenso die rechte Dorsalplatte mit der rechten Ventralplatte durch einen scharfen, stark chitinierten „Bügel“ in Verbindung. An der Stelle, wo Bügel und Ventralplatte zusammenstoßen, entspringen zwei chitinige Verdickungen; die eine, der „Stab“, zieht sich an der Innenseite der Ventralplatte distalwärts; die andere läuft zur Basis und bildet hier die „Wurzel“, an die sich die „Füßchen“ ansetzen. Die Füßchen sind etwa doppelt so lang wie der Peniskörper und ragen in den Körper des Käfers hinein. Im lebenden Käfer verlaufen sie parallel, in den Präparaten und den danach gefertigten Zeichnungen kreuzen sie sich gewöhnlich. Die Verbindung zwischen Wurzel und Füßchen bildet eine wasserhelle Chitinschicht, die eine Art Gelenk bildet. Die Füßchen sind hohl, stark chitiniert, an ihrem distalen Ende rinnenförmig.

Die Rinne liegt in der Achse des Penis und dient zur Aufnahme des Ductus ejaculatorius. Sie beginnt ungefähr in der Mitte der beiden Füßchen und erstreckt sich in vier Windungen bis zum distalen Ende des Peniskörpers (Abb. 8a u. e). Bis zur dritten Windung zeigt sie gleich Breite; von hier ab verschmälert sie sich allmählich. Mit Ausnahme des proximalen Endes ist die Rinne stark längsgestrichelt.

Die Rinne ist bisher stets falsch beschrieben worden. Lindemann sagt (16, S. 251): bei *T. chalcographus* „stellt diese Rinne ein plattes, schmales, nach hinten etwas verschmälertes Band vor“. Nüßlin (19, S. 58): „Die Rinne bildet ein schraubenförmig gewundenes und längsgestricheltes Band“. Und Fuchs (8, S. 18) findet ein „stark gewundenes, solid chitinisiertes und ziemlich langes, nur an der Basis nicht längsgestricheltes Band“. Immer wird die bandförmige Ausbildung gegenüber der bei manchen Borkenkäfern auftretenden Röhren- oder Rinnenform betont. In der Tat sieht die Rinne bei *Pityogenes* auf Totalpräparaten wie ein gewundenes Band aus, aber auf Schnitten erkennt man sofort die anders geartete Ausbildung. Sie ist kein Band, sondern ihrem Namen entsprechend eine vollkommen ausgebildete Rinne mit dicken Chitinwänden, die durch den Umstand, daß der von der eigentlichen Wandung nicht umschlossene Spalt von einer dünnen Membran bedeckt ist, wie eine Röhre wirkt (Abb. 8f.). Die Chitinwandung zeigt im Querschnitt radial verlaufende Strahlen, die auf der Rinne als die oben erwähnte Längsstrichelung sichtbar werden.

Der Stengel ist ein dünner, hohler Stab, der sich vom distalen Ende des Penis bis zur Ansatzstelle der Füßchen erstreckt (Abb. 8a). Er ist an beiden Enden zugespitzt; hinten weist er einen leichten, vorn zwei stärkere Knicke auf. Er dient als elastischer Stab zur Vorstreckung und Rückziehung des Penis.

### g) Histologie der männlichen Geschlechtsorgane.

Wie im weiblichen Geschlecht werden auch beim Männchen die Keimdrüsen von einer Tunica peritonealis umhüllt. Unter der Peritonealhülle liegt die eigentliche Wandung des Insektenhodens, die Tunica propria. Allerdings erscheint auf Schnitten durch den Hoden von *P. chalcographus* selbst bei starker Vergrößerung die Hodenwandung als dünner Strich, in dem nur einzelne Kerne auffallen. Von einer Erkennung zweier Schichten kann demnach nicht die Rede sein. Doch läßt sich an manchen Präparaten die Peritonealhülle insofern leicht feststellen, als sie die Neigung zeigt, sich schon bei geringen Schrumpfung des Hodens oder des Fettkörpers vom Hoden abzulösen; als Derivat des Fettgewebes bleibt sie an diesem haften. Besonders häufig tritt diese Erscheinung an der Stelle ein, wo die beiden abgeplatteten Teilkugeln zusammenstoßen. Auf Abb. 10 erkennt man, wie sich eine Epithelschicht fest an den Hodeninhalt anschmiegt und ihn auch noch an der Berührungsstelle der beiden Kugeln überzieht; eine dünne Lamelle trennt die beiden Hälften. Ein anderer Teil des Epithels aber läuft gleich von der einen Kugel zur andern. Auch mit Alaunkarmin gefärbte Totalpräparate lassen häufig die Peritonealhülle deutlich erkennen (Abb. 9): wo die beiden roten Kugeln im Winkel aneinander stoßen, spannt sich eine zartrosa Membran aus, die bedeckt ist mit roten, mehr oder weniger rechteckigen

(geschrumpften?) Kernen. Die Peritonealhülle umschließt also beide Teil-  
kugeln eines Hodens, während sie die Eiröhren eines Eierstocks einzeln  
umhüllt. Irgendwelche histologischen Feinheiten sind an der Hoden-  
wandung nicht zu erkennen. Der Hoden liegt im Fettkörper eingebettet.

Auch im Hoden sind zweierlei Zellen zu finden: Keimzellen und  
Epithelzellen. Die Keimzellen haben sich zu Kammern oder Cysten  
zusammengeschlossen, deren Wandung von Epithelzellen gebildet wird.  
Das Plasma der Epithelzellen hat sich flächenhaft ausgebreitet und bildet  
eine dünne Wand mit eingestreuten Kernen. Der Inhalt jeder einzelnen  
Abteilung besteht aus Zellen, die auf gleicher Entwicklungsstufe stehen,  
die Cysten als Ganzes dagegen zeigen untereinander die verschiedensten



Abb. 9. Ein Hoden von *P. chalcographus*.  
Photographie Vergr. 100

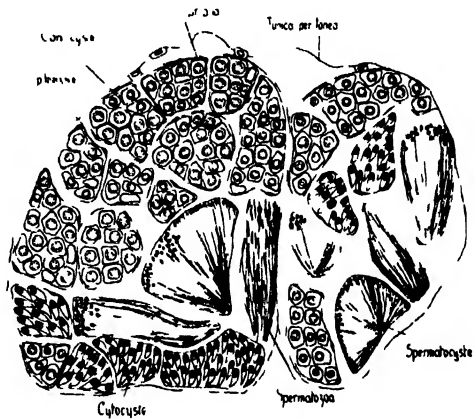


Abb. 10. Schnitt durch den Hoden eines Jungkäfers.  
Vergr. 800

Stadien der Spermaentwicklung. Es ist hier nicht der Ort, die Spermato-  
genese bei *P. chalcographus* zu beschreiben; es genügt, die Stadien der  
Entwicklung anzudeuten, die auf Abb. 10, die einen Schnitt durch den  
Hoden eines noch gänzlich unausgefärbten Jungkäfers darstellt, sichtbar  
sind. Proximal liegen die noch wenig differenzierten Spermatogonien in  
Gonocysten. An sie schließen sich die in Cytocysten gelegenen Spermato-  
cyten an. Ganz wie Spermatozoen sehen die Spermatiden in den  
Spermatocysten aus. Sie sind haarförmig und zeigen schon eine Trennung  
in Kopf und Schwanzstück. Während aber hier der Kopf rund erscheint,  
nimmt er bei den reifen Samenfäden eine langgestreckte, pfeilspitzen-  
förmige Gestalt an. Ein Mittelstück fehlt. Von reifen Spermatozoen ist  
nur ein Bündel an der Mündung des Vas deferens in den Hoden vorhanden.

Äußere Gestalt und Größe der Hoden bleiben in der weiteren Ent-  
wicklung des Tieres unverändert. Nur der Inhalt reift weiter aus, so daß  
beim alten Männchen nur noch Spermatiden und reife Spermien vor-  
handen sind.

Das Vas deferens entspringt in dem Winkel zwischen den beiden Hodenhälften als einfacher, scheinbar auch im Anfang unpaarer Schlauch. Auf Längsschnitten erkennt man jedoch, daß eine kurze Gabelung erfolgt, deren je ein Arm in eine Hodenkugel eintritt. Die Arme sind nur wenige Zellbreiten lang. Die Wandung des Vas deferens ist eine einzellige, gefaltete Schicht ohne erkennbare Zellgrenzen. Eine einfache Muskelschicht liegt dem Epithel außen an. Beim alten Tier erscheint das Vas deferens stark erweitert, die Wände sind dünn und auseinandergepreßt, das Lumen ist prall gefüllt mit Spermatozoen.

Das kugelige Organ, in welches das Vas deferens eintritt, gleicht in weitgehendem Maße der von Harnisch (10) beschriebenen „Prostata“ der Chrysomeliden. Das Ende des Samenleiters stülpt sich zapfenförmig in eine Hohlkugel vor, deren distaler Teil mit Chitin ausgekleidet ist.

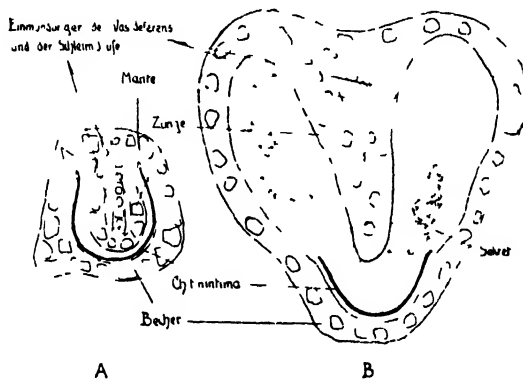


Abb. 11. Schnitt durch die Samenblase, A im jungen, B im geschlechtsreifen Zustand. Vögrl 190

Nüßlin (19) hat dieses Organ nach seiner ontogenetischen Entstehung zergliedert und seinen einzelnen Teilen verschiedene Namen gegeben. Aus dem Mesoderm hervorgegangen ist die zapfenartige Mündung des Vas deferens, die „Zunge“, die gleichzeitig den Ausführungsgang der Schleimdrüse in sich aufnimmt. Der Zunge wächst das vordere Ende des ektodermalen Ductus ejaculatorius entgegen und umgreift sie als „Becher“. Der ektodermale Ursprung ist durch die chitinige Intima erkenntlich. Siehe Abb. 11A. Zwischen oberem Becherrand und der Basis der Zunge bildet sich schließlich noch eine verbindende Hülle, der „Mantel“, der die Mantelhöhle umschließt. Alle diese Teile bestehen aus einem einschichtigen Epithel mit großen Kernen, ohne Zellgrenzen. Das Epithel ist ziemlich dick, erscheint aber nicht deutlich als Drüsenepithel wie etwa die aus hohen Zylinderzellen bestehende Wandung der „Prostata“ der Chrysomeliden; es muß jedenfalls als zweifelhaft angesehen werden, ob der Samenblase des *P. chalcographus* eine sezernierende Tätigkeit zukommt. Das Sekret, das sich in älteren Stadien in ihr findet, kann lediglich aus der Schleimdrüse stammen.

Mit zunehmender Geschlechtsreife ändert die Samenblase ihr Aussehen (Abb. 11). Beim jungen Tier wird die Zunge dicht vom Becher umschlossen, ein Mantel ist kaum ausgebildet, und der innere Hohlraum ist sehr eng. Das alte Männchen zeigt dagegen eine mächtige Aufreibung der Samenblase; ihr Durchmesser ist um das Doppelte gewachsen. Diese Ausdehnung wird fast ausschließlich durch ein mächtiges Wachstum des Mantels hervorgerufen. Der Becher, kenntlich durch seine Intima, behält seine ursprüngliche Größe. Sein Epithel geht ohne sichtbare Grenze in das des Mantels über, der sich ausbaucht und proximal an der Basis der Zunge zusammenschließt. Hierdurch ist eine große Höhlung entstanden, die sich aus dem Becherinnern und der Mantelhöhle zusammensetzt. Nüßlin nimmt an, daß die Zunge vom Becherrand fest umschlossen wird, so daß eine Verbindung mit der Mantelhöhle ausgeschlossen ist. Gelegentlich aufgefundene Öffnungen zwischen Zunge und Becher zur Mantelhöhle, die Sperma austreten ließen, glaubt Nüßlin durch die Präparation entstanden. Auf den Schnittpräparaten des Verfassers ist eine Trennung zwischen Becherraum und Mantelhöhle nicht zu erkennen. Das Innere bildet einen zusammenhängenden Hohlraum. Es mag allerdings dahingestellt sein, ob nicht beim Schneiden vielleicht vorhandene Scheidewände zerstört worden sind, da die chitinine Intima dem Durchgang des Messers einen ziemlich großen Widerstand entgegensetzt, der zu Spannungen innerhalb der Gewebe führt, die wiederum ein Zerreißen ermöglichen.

Die Funktion der Samenblase besteht mit Nüßlins Worten in Folgendem: „Durch eine Systole des Mantels wird der Becherraum verengt, dessen Rand durch seine chitinig-elastische Beschaffenheit beim Nachlassen des Manteldrucks das Lumen des Bechers wieder offen stellt. Auch folgen sich peristaltische Bewegungen der Röhren des Vas deferens und der Schleimdrüse sowie Verlängerungen und Verkürzungen der Zunge. Auf solche Weise wird der Austritt des Samens und des Sekrets der Schleimdrüse in den Becher geregelt, wobei der Mantel wesentlich initiativ regulierend fungiert.“

Die Mesadenie zeigt den typischen Bau einer Drüse, wie er schon bei der „Kittdrüse“ des weiblichen Genitalapparates beschrieben wurde. Die Wandung setzt sich aus hohen Zylinderzellen mit peripher gelegenen Kernen und undeutlichen Zellgrenzen zusammen. Diese Drüsenzellschicht wird von einer dünnen Muskelschicht umgeben. Das Lumen der Drüse ist prall gefüllt mit einer farblosen, körnigen Masse. Im Gegensatz zur „Kittdrüse“, die ektodermalen Ursprungs ist, weist die aus dem Mesoderm entstandene Mesadenie keine Intima auf.

Die aus den beiden Samenblasen entspringenden Äste des Ductus ejaculatorius vereinigen sich bald. Der so entstandene unpaare Teil des Ductus besteht anfangs aus zwei nebeneinander liegenden Röhren, die von einer gemeinsamen Muskelschicht umspannt werden, so daß

äußerlich der Eindruck des Unpaaren erhalten bleibt. L. Schröder (22) hat bei *Ips typographus* die gleiche Ausgestaltung des proximalen Teiles des äußerlich unpaaren Ductus ejaculatorius gefunden. Aber auch diese beiden aneinander liegenden Röhren verschmelzen nach kurzer Strecke, so daß der Ductus nun nicht mehr nur äußerlich unpaar erscheint, sondern einen einfachen Schlauch bildet. Sein einschichtiges Epithel ist gefaltet und von einer ziemlich dicken Schicht Ringmuskeln umgeben. Innerhalb der Rinne bildet der Ductus einen sehr dünnen, epithelialen Wandbelag. Das Lumen ist erfüllt mit einem Sekret.

Der Begattungsapparat ist von einer sackartigen Hülle umschlossen, dem Präputium, das die Abgrenzung gegen den Fettkörper übernimmt. Das Epithel des Präputialsackes ist außerordentlich dünn, ohne erkennbare Zellgrenzen, im Innern mit einem wulstigen Chitinbelag ausgekleidet. Das Innere des Sackes ist, soweit es nicht vom Penis eingenommen wird, mit einem Sekret gefüllt, das von Drüsenzellen geliefert wird, die rings das Präputium umgeben. Es sind große runde oder ovale Zellen mit sehr großen Kernen und körnigem Plasma.

### h) Auswertung.

Bei fortpflanzungsbiologischen Untersuchungen lassen sich alle Unklarheiten, die uns begegnen können, letzten Endes auf drei Kardinalfragen zurückführen: Ist der Käfer schon geschlechtsreif? Hat schon eine Begattung stattgefunden? Sind schon Eier abgelegt?

Diese drei Fragen lassen sich, wie schon Nüßlin gezeigt hat, ohne weiteres durch Untersuchung des Genitalapparates beantworten. Wir haben gesehen, daß die Größe einzelner Teile des Geschlechtsorgans beim jungen Tier verschieden ist vom geschlechtsreifen. Ein Vergleich muß uns also Aufschluß über den Zustand der Geschlechtsreife geben. Die durchschnittlichen Größen der einzelnen Abschnitte des Genitaltraktes sind in Millimeter in folgender Übersicht dargestellt:

(Siehe Tabelle 1 auf S. 356.)

Wir erkennen, daß im weiblichen Geschlecht lediglich der Kelch und vor allen Dingen das Ovar an Größe zunehmen. Die Länge der Eiröhre ist beim geschlechtsreifen Käfer nahezu doppelt so groß, die Breite sogar dreimal so groß wie beim Jungkäfer. Der männliche Käfer zeigt neben einem Dickerwerden des Vas deferens nur ein Anwachsen der Samenblase und der Mesadenie, und zwar besitzt die Samenblase den dreifachen Durchmesser, die Schleimdrüse die doppelte größte Breite des unreifen Zustandes. Die Größe der Eiröhre bzw. der Samenblase gibt uns also kund, ob wir es mit einem geschlechtsreifen Käfer zu tun haben. Nun ist die Größe immerhin ein relativer Begriff; sie bildet aber, wenigstens im weiblichen Geschlecht, nicht das einzige Kriterium. Wir sahen, daß das unreife Ovar ein einheitliches Ganzes, das Keimfach, bildet, während im älteren Stadium auf das Keimfach einige



Tabelle 1.

Durchschnittliche Größe der einzelnen Teile des Geschlechtsorgans von *P. chalcographus*. Zahlen in Millimeter.

		Eirohre		Stiel		Kelch		Eileiter		Kitt-drüse		Duct. rec.	größte Recept. sem.	Anhangs-drüse	
		Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Länge	Breite	Breite	größte Breite	Länge	Breite
Weib-chen	jung	0,25	0,05	0,04	0,01	0,05	0,06	0,39	0,08	0,10	0,08	0,01	0,03	0,04	0,07
	alt	0,45	0,15	—	—	0,09	0,09	0,39	0,08	0,10	0,08	0,01	0,03	0,04	0,07

		Hoden		Vas def.		Durch. Samen-messer	größte Mesa-denie	Duct. ejac.		Penis	Penis-körper	Rinne	Füßchen		
		Länge	Breite	Länge	Breite		größte Breite	paarig Länge	unpaarig Länge	Länge	Länge	Breite	Länge	Länge	Breite
Mann-chen	jung	0,15	0,27	0,19	0,02	0,04	0,02	0,05	0,50	0,73	0,28	0,11	0,54	0,50	0,01
	alt	0,15	0,27	0,19	0,04	0,12	0,04	0,05	0,50						

mehr oder weniger entwickelte, in einer Reihe hintereinander liegende Eier folgen. Das geschlechtsreife Ovar ist also kenntlich am Vorhandensein von Eiern, an seiner perlschnurartigen Ausgestaltung.

Durch Untersuchung des Receptaculum ist auch die zweite Frage unschwer zu lösen. Enthält das Receptaculum Spermatozoen, so hat eine Begattung stattgefunden. Beim männlichen Käfer ist die Frage nach der schon vollzogenen Begattung kaum zu beantworten; nur das eine läßt sich sagen, daß bei kleiner Samenblase, also unreifem Geschlechtsorgan, eine Spermaüberführung noch nicht stattgefunden hat.

Ob endlich Eier abgelegt worden sind, ist an dem Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein der Corpora lutea festzustellen. Die Corpora lutea sind durch Degeneration der das Ei umgebenden Follikelzellen entstanden, und ihre Anwesenheit zeugt davon, daß ein Ei das Ovar verlassen hat.

### 3. Äußere Geschlechtsmerkmale.

Die sicherste Bestimmung des Geschlechts läßt sich zweifellos durch anatomische Untersuchung erzielen. Doch ist häufig schon äußerlich das Männchen vom Weibchen zu unterscheiden. So gibt Verhoeff (24) ein für alle Borkenkäfer geltendes äußeres Merkmal zur Unterscheidung der Geschlechter an: „Alle Borkenkäfer sind in bezug auf ihr Geschlecht schon äußerlich leicht zu erkennen, denn wenn man die Elytren aufhebt oder besser noch ganz entfernt, kann man feststellen, ob die letzte äußere Dorsalplatte die 7. oder die 8. ist. Ist sie die 7. Dorsalplatte, also ver-

decktes Pseudopygidium, so liegt ein Weibchen, ist sie die 8. Dorsalplatte, also verdecktes Pygidium, so liegt ein Männchen vor.“ Bei der Nachprüfung, ob dieses Unterscheidungsmerkmal auch bei *P. chalcographus* zutrefte, fand Verf. jedoch sowohl beim Männchen als auch beim Weibchen 8 Dorsalplatten, also nach Verhoeffscher Bezeichnung bedecktes Pygidium. Verhoeff hat nur 3 Hylesiniden: *Hylesinus fraxini*, *Myelophilus piniperda* und *Dendroctonus micans* untersucht und geglaubt, das hier Gefundene müsse auf alle Scolytiden zutreffen. Schon 1911 hat Nüßlin (19) diese „voreilige Verallgemeinerung“ zurückgewiesen. Gerade die typischsten Gattungen der Tomicinen: *Ips* und *Pityogenes* weisen das von Verhoeff aufgestellte Unterscheidungsmerkmal nicht auf.

Ein wenn auch nicht für alle, so doch für einen großen Teil der Borkenkäfer geltendes äußeres Geschlechtsmerkmal führt Ratzeburg an (71 S. 127). „Die Geschlechter sind oft sehr gut zu unterscheiden und zwar da, wo an dem abschüssigen Teile der Flügel Zähne sich zeigen, hat sie das Weibchen kleiner oder garnicht.“ Das Männchen des Kupferstechers besitzt beiderseits des Absturzes 3 weitständige, scharfe, kegelförmige, leicht gekrümmte, an der Spitze dunkler gefärbte Zähne, während das Weibchen an den Seiten des weniger tief und breit gefurchten Absturzes nur ganz schwache, näher aneinander gerückte Zähnchen aufweist. Während Ratzeburg richtig die großzahnigen Käfer als die Männchen angesprochen hatte, wurden sie von verschiedenen Autoren wie Perris, Thomson, Chapuis und Eichhoff für die Weibchen gehalten. Später erkannte Eichhoff (33) durch „mikroskopische Zergliederung und Untersuchung der Fortpflanzungswerkzeuge und außerdem aus der Beobachtung in der Natur“ seinen Irrtum und kam zu der Überzeugung, „daß bei allen denjenigen Borkenkäferarten, wo das eine Geschlecht eine stärkere, das andere eine schwächere oder gar keine Bezeichnung am Flügeldeckenabsturz hat, allemal die stärkere Bezeichnung das männliche, dagegen die geringere oder fehlende Bezeichnung das weibliche Geschlecht bekundet“.

Nach Ratzeburg sind beim Weibchen die Zähnchen näher aneinander und weiter gegen das Flügelende hin gerückt als beim Männchen; Reitter (75) sagt genauer: „Flügeldecken des Männchens bis zum ersten Nahtzähnchen etwa so lang als zusammen breit, beim Weibchen viel länger.“ Als weiteres Merkmal gibt Altum (26) an, daß sich die Breite des Halsschildes zu seiner Länge beim Männchen wie 1 : 1,02, beim Weibchen wie 1 : 1,03 verhält. Diese, wenn auch nicht wesentlich größere Länge des Halsschildes beim Weibchen läßt zusammen mit dem Nachhinterrücken der Zähnchen das Weibchen gestreckter erscheinen, zumal die Männchen meist eine dichtere, mehr borstige Behaarung des Abdomens vor allem des Absturzes aufweisen.

Ein sicherlich ebenso wertvolles, vielleicht sogar besseres Unterscheidungsmerkmal als die Verschiedenheit der Bezeichnung weist der Kopf auf. Die Stirn des Weibchens trägt eine lochartig ausgehöhlte Grube, die, im Gegensatz zum Weibchen des *P. trepanatus* Noerdl. nicht genau in der Stirnmitte sitzt, sondern dem Munde genähert ist; außerdem ist vor der Grube eine braune, matte, dicht und kurz tomentierte Stelle erkennbar, welche den Vorderrand des Kopfschildes erreicht. Die Grube ist nicht rund, wie manche Autoren, so z. B. Reitter, meinen; sie stößt nach dem Munde zu auf die tomentierte Stelle und ist hier abgeflacht, so daß ihre Peripherie, wie schon Wachtl (88) und nach ihm Løvendal (59) beobachtet haben, nur etwas mehr als einen Halbkreis bildet. Die Stirn des Männchens weist keine derartige Grube auf; sie ist eben und trägt in ihrer Mitte einen winzigen Höcker. Die älteren Autoren scheinen dieses Merkmal nicht gekannt zu haben; weder Linné noch Redtenbacher und Ferrari sprechen von der Grube in der Stirn der Weibchens. Lindemann (57, I) behauptet, auch bei Ratzeburg und Nördlinger finde sich keine Erwähnung der Stirngrube. Was den letzteren betrifft, so hat schon Fuchs 1911 (8) darauf hingewiesen, daß Nördlinger das Loch des Weibchens von *chalcographus* ausdrücklich im Vergleich zu seinem *trepanatus* erwähnt habe. Weiterhin hält Fuchs es für sehr wahrscheinlich, daß auch Ratzeburg von der Stirngrube Kenntnis gehabt hat, wenn er sie auch in seiner Beschreibung des Kupferstechers in den „Forstinsekten“ nicht erwähnt. Bei der Durchsicht des Schrifttums hat Verf. eine Stelle gefunden, welche die Fuchssche Vermutung bestätigt. In Pfeils kritischen Blättern, Jahrgang 1833, schreibt Ratzeburg (70): „In seiner Beschreibung (von *P. chalcographus*) sagt Gyllenhal (Insecta Suecica T. I. P. III, S. 359): fronte supra os in masculis late et profunde excavato-impressa, in femina fere aequali, parum tantum transversim depressa. Es verhält sich aber umgekehrt; denn gerade beim Weibchen findet sich die starke Vertiefung der Stirn über den Mundteilen, während beim Männchen die Stirn gewölbt und deutlich gekörnt-punktiert ist. Es findet sich bei letzterem über der Lefze kaum eine Spur von Quereindruck und über dieser Stelle ein kleines plattes Höckerchen“.

## Überwinterung der Käfer.

### a) In den Geburtsstätten.

*P. chalcographus* gehört zu den Borkenkäfern, deren Fähigkeit, jährlich zwei Generationen zu erzeugen, schon früh erkannt wurde. In ausnehmend heißen Sommern kann die Entwicklung der zweiten Generation derart beschleunigt werden, daß ein Ausflug der Jungkäfer schon im Herbst stattfindet. In der Regel wird es dazu nicht kommen; die zweite Generation überwintert meist in ihren Geburtsstätten, sei es als Larve, als Puppe oder als eben ausgeschlüpfter Jungkäfer. Eine Überwinterung von Eiern hält

Eichhoff (33) für unmöglich, da diese „voraussichtlich in unseren Breiten-graden allemal durch den Frost zerstört werden“. Es dürfte auch nicht oft der Fall sein, daß zu Beginn des Winters noch Eier vorhanden sind: einmal dann, wenn sich die Entwicklung der ersten Generation derart verzögert hat, daß sie statt im Juli oder August erst im Spätherbst ausgeflogen und zur Begründung einer neuen Brut geschritten ist, das andere Mal, wenn die im Herbst ausgeflogenen Jungkäfer der zweiten Generation schon Eier gelegt haben. Beide Fälle haben in den Temperaturverhältnissen extreme Sommer zur Voraussetzung: entweder extrem kalte oder extrem heiße. In der Regel wird also eine Überwinterung als Ei garnicht in Frage kommen.

Die drei Entwicklungszustände Larve, Puppe und Imago kommen während des Winters regellos nebeneinander vor. Es ist nicht so, daß etwa zu Anfang des Winters nur Larven, zu Beginn des Frühjahrs nur Puppen und kurz vor der Schwärmzeit nur Jungkäfer gefunden würden. Eichhoff „fand ihn wiederholt über Winter und zu Anfang des Frühjahrs in seinen Geburtsstätten als Larve und Puppe und als frisch entwickelte, noch hell gefärbte Imago“. Am 13. November 1925 fand ich Larven und Puppen neben einer überwiegenden Zahl von Käfern. Dasselbe Bild wiederholte sich am 1. Dezember und am 22. Dezember. Am 27. Januar 1926 wurden in demselben Distrikt der Oberförsterei Gahrenberg in einem liegengebliebenen Zopf einer gefällten Fichte nur Larven mit teils lebenden, teils toten Mutterkäfern gefunden, und in einem nicht weit entfernt liegenden Zopfe fanden sich neben 158 Käfern 17 Larven und Puppen. Am 17. Februar wurden in einem anderen Distrikt wiederum lediglich Larven mit Altkäfern, am 19. Februar 126 Käfer und keine Larven und Puppen vorgefunden. Am 22. Februar waren neben 338 Imagines nur noch 3 Larven vorhanden, am 6. März nur noch 1 Larve bei 240 Käfern. Am 23. März, 7. April und 15. April vorgenommene Untersuchungen ergaben nur mehr oder weniger ausgefärbte Jungkäfer; dagegen wurden am 20. April neben 27 Imagines 26 Larven und Puppen in einem Gangsystem gefunden, und zwei Tage später, am 22. April fand sich neben 164 Käfern nur 1 Larve. Die Flugzeit hatte noch nicht begonnen; ihr Anfang lag 1926 zwischen dem 23. und 25. April, denn am 26. fand ich die ersten Bohrlöcher von *chalcographus*; am 23. April hatten die Maikäfer zum ersten Male geschwärmt. Der Beginn der Maikäferschwärmzeit scheint mit dem ersten Ausflug des *chalcographus* zeitlich zusammen zu fallen, da auch 1927 am gleichen Tage (3. April) sowohl Maikäfer als Kupferstecher ihre Winterquartiere verließen.

Daß in einem Gangsystem Larven, Puppen und Käfer nebeneinander vorkommen, erklärt sich aus der langen Dauer der Eiablage des Mutterkäfers. Auffallender ist die Tatsache, daß zur selben Zeit im selben Distrikt an einem Stamm nur Larven, am andern fast nur Käfer zu finden sind. Der Grund liegt wahrscheinlich einerseits in der zeitlich

verschiedenen Eiablage der Käfer der ersten Generation des Vorjahres, andererseits aber auch in der Ortslage des befallenen Stammes und den dadurch bedingten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen. Nach den Untersuchungen von Hennings (41) ist die Entwicklungsgeschwindigkeit der Larven von *Ips typographus* von der zugeführten Wärme und dem Feuchtigkeitsgrade der Luft abhängig; wahrscheinlich spielt auch der Saftgehalt des Brutbaumes eine Rolle. Auch *chalcographus* gehört zu den durch die Witterung „beeinflussbaren“ Borkenkäfern. Je mehr die Temperatur sinkt, desto langsamer geht die Entwicklung vonstatten, bis schließlich ein Punkt erreicht wird, an dem ein vollständiger Stillstand eintritt; dieser Punkt liegt vielleicht bei dem Kältegrad, der die Larve in Kältestarre fallen läßt. Er kann auch bei höherer Temperatur liegen; dann würde sich die Larve bei Temperaturen zwischen dem Entwicklungsstillstandspunkt und dem Kältestarreppunkt noch bewegen und fressen, die Nahrungsaufnahme würde jedoch nur eben hinreichen, um den durch die Bewegungen veranlaßten Substanzverlust auszugleichen; eine Substanzmehrung, also Entwicklung, wäre nicht möglich. Diese Fragen harren noch der experimentellen Bearbeitung. Sie sind hier nur aufgeworfen, um eine Erklärung für die oben gefundene Tatsache abzugeben, daß am gleichen Ort zur selben Zeit in dem einen Stamm nur Larven, in dem anderen nur Käfer vorkommen. Je nach der Stelle, wo der Brutbaum steht oder liegt, kann die Wärmezufuhr eine verschiedene sein; ein im dichten Fichtenstangenholz liegender Zopf ist für die Entwicklung ungünstiger, als ein Stamm auf einer Blöße, der häufig von der Winter- und Frühlingssonne beschienen wird. Je niedriger die Temperaturen sind, je häufiger sie unter den Entwicklungsstillstandspunkt sinken, desto mehr kommen die Larven gegenüber den wärmebevorzugten ins Hintertreffen. Im weiteren Verlauf des Winters und im Anfang des Frühjahrs, wenn auch die ungünstigsten Örtlichkeiten mehr Wärme erhalten, gleicht sich dieser Unterschied wieder aus. So wurden oben vom 6. März ab nur noch Imagines, keine Larven mehr gefunden. Wenn ausnahmsweise noch ein Gang am 20. April halb mit Käfern und halb mit Larven und Puppen besetzt war, so ist als einzige Erklärung eine außerordentlich ungünstige, entwicklungshemmende Lage und Beschaffenheit des Brutstückes anzusehen.

Im Jahre 1923 berichtete Seitner (80), daß bei *Ips typographus* das Verhältnis zwischen Männchen und Weibchen in den Geburtsstätten wie 1:1 ist. Diese Tatsache ist insofern überraschend, als der Käfer meist bigam, seltener drei- und mehrweibig lebt. Über das Geschlechtsverhältnis der einzelnen Scolytiden ist sehr wenig bekannt. Einzig Ratzeburg (71) macht einige Angaben (S. 157): „Während bei *Eccoptogaster Scolytus* 30—40 Männchen auf ein Weibchen kommen, fand ich bei *B. monographus* und *dryographus* immer mehrere 100 Weibchen auf 1 Männchen. Eine andere in dieser Beziehung sehr interessante Art ist *B. dispar*: Heyer erzog vom 5. Juli 1838 bis zum Oktober 58 Männchen

und 220 Weibchen, so daß auf 1 Männchen ca. 4 Weibchen zu rechnen sind.“ Ferner finden sich bei Knoche (50) einige Angaben über *Hylesinus piniperda*, *minor* und *fraxini*. Er fand in vom Winde gebrochenen Kieferntrieben 40 Männchen und 25 Weibchen von *H. piniperda*, 28 Männchen und 31 Weibchen von *H. minor*. Ein anderes Mal waren in den Trieben 35 männliche und 37 weibliche *piniperda*-Altkäfer, 304 männliche und 308 weibliche *piniperda*-Jungkäfer; 20 männliche und 32 weibliche *minor*-Altkäfer und 30 männliche und 23 weibliche *minor*-Jungkäfer. Über *H. minor* läßt sich daraus kein klares Bild machen; bei *H. piniperda* ist, wie vor allem aus den Zahlen der Jungkäfer hervorgeht, das Geschlechtsverhältnis 1:1. Für *H. fraxini* fand Knoche folgende Zahlen: 2 männliche, 5 weibliche Altkäfer und 82 männliche und 83 weibliche Jungkäfer, also auch das Verhältnis 1:1.

Die bemerkenswerte Entdeckung Seitners veranlaßte Vogel (86), ähnliche Untersuchungen bei einem noch ausgesprochener polygamen Käfer als *Ips typographus*, nämlich bei *P. chalcographus* zu machen. Vogel „zählte Ende September 1924 einen Haufen von Jungkäfern durch und fand 41 Weibchen und 42 Männchen. Eine Zählung von 100 Jungkäfern im August 1925 ergab 51 Weibchen und 49 Männchen. Es unterliegt wohl danach keinem Zweifel, daß das ursprüngliche Verhältnis der Geschlechter auch hier annähernd 1:1 ist.“

Um die Frage zu prüfen, ob dieses Verhältnis während des ganzen Winters unverändert bestehen bleibt, wurden von mir in Abständen von ungefähr 3 Wochen Zählungen vorgenommen. Von befallenen Stämmen wurde die Rinde sorgfältig gelöst und in Papier eingewickelt ins Institut gebracht; da aber die Gefahr bestand, daß durch das Ablösen der Rinde und durch den Transport eine unkontrollierbare Anzahl von Käfern zugrunde oder verloren ging, wurde diese Methode noch während der ersten Zählung verlassen. Es wurde nunmehr nicht allein die Rinde, sondern ein ganzer Stammabschnitt ins Institut gebracht und hier erst während der Zählung entrindet.

Über das Ergebnis der vom 6.—13. November 1925 durchgeführten ersten Zählung ist von mir im Forstarchiv, Jahrg. 1925, berichtet worden. Von 1000 Käfern waren 478 Männchen und 522 Weibchen. Der Befund Vogels wurde also bestätigt.

Im folgenden sind die Ergebnisse der weiteren Zählungen angegeben.

1. Zählung: Obf. Gahrenberg, Bez. Kassel, Distr. 20. Höhe über NN etwa 260 m. 92 jähriger Fichtenbestand. Bei einer Durchforstung sind einige von *Ips typographus* befallene Stämme gehauen worden; in den Zöpfen steckt *P. chalcographus*. Befund:

Abschnitt aus dem Wald geholt am	Käfer gezählt am	♂♂		♀♀		Gesamtzahl
		lebend	tot	lebend	tot	
13. XI. 25	16.—20. XI. 25	194	13	199	25	431
in Prozent:		45,0	3,0	46,2	5,8	
		48,0		52,0		

2. Zählung: Dieselbe Stelle wie bei der ersten Zählung. Befund:

1. XII. 25	2.—3. XII. 25	160	8	156	16	340
in Prozent:		47,0	2,4	45,9	4,7	
		49,0		50,6		

3. Zählung: Obf. Königsforst, Bez. Köln, Distr. 137. Höhe über NN etwa 180 m. Ca 45 jähriger Fichtenbestand. Windgebrochener Zopf, in dem sich neben einer großen Anzahl von Bockkäferlarven vereinzelt Überwinterungsfraßstellen und nur ganz selten Mutter- und Larvengänge von *P. chalcographus* fanden. Befund:

22. XII. 25	23.—25. XII. 25	82	8	115	4	209
in Prozent:		30,2	38,2	55,1	1,9	
		43,0		57,0		

4. Zählung: Obf. Lonau, Bez. Hildesheim, Distr. 104. Höhe über NN 530 m (Stüharz). 90 jähriger Fichtenbestand, teils mit Buche gemischt. Zopf einer im Frühjahr 1925 vom Wind geworfenen Fichte, der stark besetzt ist mit *P. chalcographus* in Mutter- und Larvengängen. Wenig Bockkäferlarven in bedeutend weniger entwickeltem Zustand als bei Zählung 3. Befund:

Abschnitt aus dem Wald geholt am	Käfer gezählt am	♂♂				♀♀				Gesamtzahl
		lebend		tot		lebend		tot		
		dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	
15. I. 26	18.—21. I. 26	147	44	7	13	160	38	11	5	425
in Prozent:		34,6	10,4	1,6	3,1	37,6	8,9	2,6	1,2	
		45,0		4,7		46,5		3,8		
		49,7				50,3				

5. Zählung: Dieselbe Stelle wie bei der ersten Zählung. Befund:

28. I. 26	27.—30. I. 26	2	66	0	13	4	60	1	12	158
in Prozent:		1,3	41,8	0,0	8,2	2,5	37,9	0,7	7,6	
		43,1		8,2		40,4		8,3		
		51,3				48,7				

6. Zählung: Dieselbe Stelle wie bei der ersten Zählung. Befund:

19. II. 26	19. II. 26	52	0	5	8	38	0	13	10	126
in Prozent:		41,3	0,0	5,0	6,4	30,1	0,0	10,3	7,9	
		41,3		10,4		30,1		18,2		
		51,7				48,3				

7. Zählung: Obf. Gahrenberg, Bez. Kassel, Distr. 44. Höhe über NN etwa 270 m. In einem ca. 40jährigen Buchenbestand sind an der Südseite Fichten eingesprengt, von denen eine Reihe starken *typographus*-Befall aufweist. Im Wipfel sind außer *P. chalcographus* noch *Polygraphus polygraphus* und *Pityophthorus micrographus*. Befund:

Abschnitt aus dem Wald geholt am	Käfer gezählt am	♂♂				♀♀				Gesamtzahl
		lebend		tot		lebend		tot		
		dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	dunkel	hell	
22. II. 26	23.—24. II. 26	73	64	4	16	109	51	6	15	338
in Prozent:		21,6	19,0	1,2	4,7	32,2	15,1	1,8	4,4	
		40,6		5,9		47,3		6,2		
		46,5				53,5				

8. Zählung: Dieselbe Stelle wie bei der siebenten Zählung. Befund:

6. III. 26	8.—9. III. 26	89	18	5	8	94	14	5	7	240
in Prozent:		37,1	7,5	2,1	3,3	39,2	5,8	2,1	2,9	
		44,6		5,4		45,0		5,0		
		50,0				50,0				

9. Zählung: Gemeindewald Odenthal, Reg. Bez. Köln. Höhe über NN etwa 110 m. Kleiner, etwa 70jähriger Fichtenbestand an der Straße nach Berg. Gladbach; steiler Westhang. Der Wipfel einer gefällten Fichte ist dicht besetzt mit Mutter- und Larvengängen, die sehr starken Reifefraß aufweisen und teilweise nur noch vereinzelt Käfer enthalten. Daneben Überwinterungsgänge. Befund:

23. III. 26	24.—25. III. 26	111	18	15	8	110	5	15	7	289
in Prozent:		38,4	6,2	5,2	2,8	38,1	1,7	5,2	2,4	
		44,6		8,0		39,8		7,6		
		52,6				47,4				

10. Zählung: Dieselbe Stelle wie Zählung 9. Befund:

7. IV. 26	8.—9. IV. 26	84	16	10	10	97	7	7	8	239
in Prozent:		35,2	6,7	4,2	4,2	40,6	2,9	2,9	3,3	
		41,9		8,4		43,5		6,2		
		50,3				49,7				

11. Zählung: Das Material wurde an derselben Stelle und am selben Tage wie das der 10. Zählung gesammelt und bis zum 15. IV. im Freien (Garten) aufbewahrt. Befund:

7. IV. 26	15. IV. 26	29	9	24	4	33	7	26	8	140
in Prozent:		20,7	6,4	17,1	2,9	23,6	5,0	18,6	5,7	
		27,1		20,0		28,6		24,3		
		47,1				52,9				

12. Zählung: Obf. Gahrenberg, Bez. Kassel, Distr. 40. Höhe über NN etwa 310 m. Ca. 75jähriger Fichtenbestand. Teilweiser *typographus*-Befall mit *chalcographus*. In den Gängen waren auffallend wenig Käfer. Befund:

22. IV. 26	23.—24.IV.26	54	9	4	3	75	3	13	4	165
in Prozent:		32,9	5,5	2,3	1,8	45,6	1,8	7,8	2,3	
		38,4		4,1		47,4		10,1		
		42,5				57,5				



Wegen Einsetzens der Schwärmzeit mußte die Fortführung der Zählungen hier abgebrochen werden. Da Verf. sich nicht ständig am gleichen Orte aufhielt, konnte nicht stets von der gleichen Stelle beschafftes Material zu den Zählungen benutzt werden. Es hat sich aber gezeigt, daß Ortsverschiedenheiten keinen Einfluß auf das Geschlechtsverhältnis haben. Vorsichtshalber wurde jeder Tabelle eine kurze Beschreibung des Fundortes vorangesetzt. In den Tabellen sind neben den lebend vorgefundenen Männchen und Weibchen in einer besonderen Spalte auch die toten Käfer aufgeführt. Von der 4. Zählung ab wurde außerdem noch zwischen „dunkeln“ und „hellen“ Käfern unterschieden. Unter „hellen“ Käfern sind die eben aus der Puppe geschlüpften weißen, dann die hellgelben, gelben und dunkelgelben Individuen verstanden, während die im Ausfärbungsprozeß weiter fortgeschrittenen braunen, braunschwarzen und schwarzen Imagines als „dunkel“ bezeichnet wurden. Diese Unterscheidung wurde gemacht, um einen Einblick in den Fortgang der Ausfärbung der Jungkäfer zu erhalten. Die Zählungen sind insofern etwas ungenau, als in die Spalte „dunkel“ nicht nur ausgefärbte Jungkäfer, sondern auch möglicherweise noch vorhandene Altkäfer aufgenommen wurden. Um die Altkäfer von den dunkeln Jungkäfern zu scheiden, hätte man sämtliche dunklen Käfer anatomisch auf den Zustand ihres Geschlechtsorgans untersuchen müssen; dies war bei der großen Menge an Käfern unmöglich. Im übrigen hat die im Verhältnis zu der Anzahl der Jungkäfer kleine Zahl der möglicherweise im Gangsystem befindlichen Altkäfer keinen entscheidenden Einfluß auf die Genauigkeit des Ergebnisses.

Kurz zusammengestellt war das prozentuale Verhältnis der Männchen und Weibchen folgendermaßen:

Tabelle 2.

Zählung	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Männchen . .	48,0	49,4	43,0	49,7	51,3	51,7
Weibchen . .	52,0	50,6	57,0	50,3	48,7	48,3
Differenz . .	— 4,0	— 1,2	— 14,0	— 0,6	+ 2,6	+ 3,4
	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Männchen . .	46,5	50,0	52,6	50,3	47,1	42,5
Weibchen . .	53,5	50,0	47,4	49,7	52,9	57,5
Differenz . .	— 7,0	0,0	+ 5,2	+ 0,6	— 5,8	— 15,0

Das Verhältnis bleibt, von kleinen Schwankungen nach oben und unten abgesehen, den ganzen Winter hindurch ungefähr gleich. In einem Fall (8. Zählung) war die Geschlechterzahl vollkommen gleich, in 7 Fällen war die Zahl der Weibchen, in 4 Fällen die der Männchen größer. Doch sind die Unterschiede nur gering. Lediglich bei der 3. und der 12. Zählung tritt das Überwiegen der Weibchen erheblich in Erscheinung.

Für den ersten Fall ergibt sich die Erklärung aus der Ortsbeschreibung: „vereinzelt Überwinterungsfrästellen und nur ganz selten Mutter- und Larvengänge“. Da der Inhalt der Larvengänge nicht getrennt von dem Inhalt der Überwinterungsgänge ausgezählt wurde, ist die Zählung nicht zu werten, weil nicht feststeht, ob die Überwinterungsgänge von Alt- oder Jungkäfern bewohnt wurden, und, falls nur Jungkäfer vorhanden waren, ob ihr Geschlechtsverhältnis dem ursprünglichen entsprach. Die erheblich größere Zahl der Weibchen bei der 12. Zählung läßt sich aus der Ortsbeschreibung nicht erklären. Allerdings könnte aus der Tatsache, daß nur noch wenig Käfer in den Gängen waren, geschlossen werden, daß schon Käfer ausgeflogen waren; unter diesen ausgeflogenen Individuen haben sich vielleicht mehr Männchen als Weibchen befunden. (Siehe darüber weiter im Abschnitt 5b.)

Eine Zusammenstellung der Prozentzahlen der lebenden und toten Käfer ergibt folgendes Bild:

Tabelle 3.

## Prozentzahlen der lebenden und toten Käfer.

Zählung	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Männchen,						
lebend . . .	45,0	47,0	39,2	45,0	43,1	41,3
tot . . .	3,0	2,4	3,8	4,7	8,2	10,4
Weibchen,						
lebend . . .	46,2	45,9	55,1	46,5	40,4	30,1
tot . . .	5,8	4,7	1,9	3,8	8,3	18,3
Zählung	7.	8.	9.	10.	11.	12.
Männchen,						
lebend . . .	40,6	44,6	44,6	41,9	27,1	38,4
tot . . .	5,9	5,4	8,0	8,4	20,0	4,1
Weibchen,						
lebend . . .	47,3	45,0	39,8	43,5	28,6	47,4
tot . . .	6,2	5,0	7,6	6,2	24,3	10,1

Der Prozentsatz der toten Käfer schwankt sehr. Es war dies von vornherein anzunehmen, da die Möglichkeit, lebend den Winter zu überstehen, von zu vielen unberechenbaren Faktoren abhängt, um sich zahlenmäßig erfassen zu lassen. Es läßt sich ein, allerdings sehr unregelmäßiges, Anwachsen des Prozentsatzes der Toten im Laufe des Winters feststellen. Die Sterblichkeit der Männchen ist nicht größer als die der Weibchen.

Zur Prüfung des Verhältnisses zwischen hellen und ausgefärbten Käfern im Laufe des Winters mögen die folgenden Zusammenstellungen dienen. Da die Prozentzahlen der Zählungstabellen sich auf die Gesamtsumme der gefundenen Käfer beziehen, hier aber nur das Verhältnis der lebenden Männchen sowie der lebenden Weibchen in bezug auf den Grad

der Ausdunkelung beleuchtet werden soll, sind nur die absoluten Zahlen der einzelnen Tabellen zusammengestellt worden; diese wurden dann wiederum in Prozent umgerechnet, wobei z. B. lebende dunkle + lebende helle Männchen = 100 gesetzt wurden.

Tabelle 4.

Anzahl der hellen und dunklen Männchen.

Zählung	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
lebende Männchen,									
hell . . .	44	66	0	64	18	18	16	9	9
dunkel . .	147	2	52	73	89	111	84	29	54
in Prozent,									
hell . . .	23,0	97,1	0,0	46,7	16,8	14,0	16,0	23,7	14,3
dunkel . .	77,0	2,9	100	53,3	83,2	86,0	84,0	76,3	85,7

Es ist nicht, wie man vielleicht hätte erwarten können, eine ständige Abnahme der hellen und entsprechende Zunahme der dunklen Käfer erkenntlich. Die Ausdunkelung der überwinterten Jungkäfer geht völlig unregelmäßig vor sich; sie ist offenbar wie die Entwicklung der Larven abhängig von der Lage und Beschaffenheit des Brutstücks und den dadurch bedingten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen.

Tabelle 5.

Anzahl der hellen und dunklen Weibchen.

Zählung	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
lebende Weibchen,									
hell . . .	38	60	0	51	14	5	7	7	3
dunkel . .	160	4	38	109	94	110	97	33	75
in Prozent,									
hell . . .	19,2	93,8	0,0	31,9	13,0	4,3	6,7	17,5	38,5
dunkel . .	80,0	6,2	100	68,1	87,0	95,7	93,3	82,5	61,5

Über die Ausfärbung der Weibchen ist das Gleiche zu sagen wie bei den Männchen; auch sie ist unregelmäßig.

Vergleicht man den prozentualen Anteil der hellen Männchen an der Gesamtsumme der lebenden Männchen mit dem prozentuellen Anteil der hellen Weibchen an der Gesamtzahl der lebenden Weibchen, so ist zu erkennen, daß die Zahl der hellen Männchen regelmäßig größer als die der hellen Weibchen ist. Zur besseren Übersicht sind die beiden Reihen der Prozentzahlen aus den Tabellen 4 und 5 zusammengestellt:

Tabelle 6.

Der prozentuelle Anteil der hellen Männchen und Weibchen an der Gesamtsumme der lebenden Männchen bzw. Weibchen.

Zählung	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
helle Männchen .	23,0	97,1	0,0	46,7	16,8	14,0	16,0	23,7	14,3
helle Weibchen .	19,2	93,8	0,0	31,9	13,0	4,3	6,7	17,5	38,5

Mit Ausnahme der letzten Zählung, die jedoch kaum zu rechnen ist, da bei ihr auch das Gesamtgeschlechtsverhältnis aus dem Rahmen der übrigen Zählungen fällt, überwiegt bei sämtlichen Zählungen der prozentuelle Anteil der hellen Männchen über den der hellen Weibchen. Der Grund für diese Tatsache ist nicht etwa darin zu suchen, daß die Zahl aller lebenden Männchen größer als die Zahl der lebenden Weibchen. Wir haben Seite 364 gesehen, daß das Gesamtgeschlechtsverhältnis, d. h. das Verhältnis der Summe der lebenden und toten Männchen zur Summe der lebenden und toten Weibchen ziemlich konstant 1:1 ist. Die Zahl der toten Weibchen ist nach Tabelle 3 nicht durchweg größer als die Menge der toten Männchen. Also kann auch die Zahl der lebenden Männchen nicht größer sein als die der lebenden Weibchen. Es ist demnach unmöglich, das Überwiegen der hellen Männchen aus der allgemein größeren Zahl der Männchen zu erklären. Stellt man umgekehrt die Prozentsätze der dunklen Männchen und Weibchen zusammen, so ergibt sich ein stetes Überwiegen der dunklen Weibchen (wiederum mit Ausnahme der letzten Zählung). Verf. sieht als einzige Erklärung für diese auffallende Tatsache ein schnelleres Ausdunkeln der weiblichen Käfer an. Wenn der Ausfärbungsprozeß der Weibchen schneller als der der Männchen vor sich geht, so muß man stets eine größere Anzahl dunkler Weibchen als dunkler Männchen, bzw. stets mehr helle Männchen als helle Weibchen vorfinden.

**Zusammenfassung:** 1. Die Entwicklung der Larven während des Winters geht je nach der Lage des Brutstammes und den dadurch bedingten Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnissen sehr ungleichmäßig vor sich. 2. Das Geschlechtsverhältnis der Jungkäfer von *P. chalcographus* ist 1:1 und verändert sich im Laufe des Winters nicht. 3. Eine regelmäßige Veränderung des Verhältnisses zwischen lebenden und toten Käfern in den Gängen ist im Laufe des Winters nicht festzustellen. 4. Ebenso ist keine regelmäßige Veränderung im Verhältnis zwischen lebenden hellen und dunklen Männchen, bzw. lebenden hellen und dunklen Weibchen im Verlauf des Winters zu erkennen. 5. Die Ausdunklung der Weibchen während des Winters geht schneller vor sich als die der Männchen.

### b) In Überwinterungsgängen.

Es mag zuweilen vorkommen, daß die noch im Spätherbst ausgeflogenen Jungkäfer der 2. Generation sich zum Brutgeschäft einbohren, dann aber durch plötzlich eintretende Kälte vom Beginn der Fortpflanzungstätigkeit abgehalten werden. Es entstehen dann nicht die bekannten sternförmigen Gangsysteme, sondern eigenartige, dendritisch geformte Fraßbilder, die ich Überwinterungs- oder Winterfraßgänge nennen möchte.

Es sei mir gestattet, kurz auf die verschiedenen Gangarten einzugehen, da häufig im Schrifttum nicht klar zwischen den verschiedenen

Fraßarten unterschieden wird, und auf verschiedene Weise entstandene Gänge mit gleichen Namen belegt werden. Wir unterscheiden bei den Fraßgängen der Borkenkäfer einerseits Brutgänge, die zum Zweck der Eiablage angelegt werden und nur nebenbei der Ernährung des Mutterkäfers dienen, und andererseits Ernährungsgänge, deren Zweck allein in der Ernährung des Käfers liegt. Die Ernährungsgänge können aus dreierlei Ursachen entstehen: zuerst durch den zur Ausreifung der Geschlechtsorgane erforderlichen Reifefraß der Jungkäfer; dann durch den Regenerationsfraß der Altkäfer, der zur Regeneration der abgebrunneten Geschlechtsorgane dient; schließlich entstehen Ernährungsgänge durch Schlechtwetterfraß, der von den Käfern bei ungünstiger Witterung vollführt wird, um den Hunger zu stillen. Setzt das schlechte Wetter erst nach dem Ausfliegen ein, so bohren sich die Käfer ein und fertigen ein selbständiges Ganggebilde an; hindert die ungünstige Witterung die Käfer jedoch schon am Ausfliegen, so entstehen keine selbständigen Fraßbilder, sondern die Jungkäfer beginnen von ihren Puppenwiegen aus zu fressen. Der erste Teil dieses Fraßes ist noch als Reifefraß zu werten; sobald die Ausreifung des Genitalorgans abgeschlossen ist, beginnt der Schlechtwetterfraß. Diese beiden aufeinander folgenden Fraßarten können zusammen als Nachfraß bezeichnet werden.

Der Winterfraß ist lediglich eine Abart des Schlechtwetterfraßes. Während der Schlechtwetterfraß zu jeder Jahreszeit vorkommen kann, dient der Winterfraß zur Ernährung der überwinternden Käfer. Ferner liegt ein Unterschied in der Dauer des Fraßes: der Schlechtwetterfraß wird in der Regel nur kurze Zeit, solange das „schlechte Wetter“ anhält, ausgeübt; der Winterfraß dauert Monate. Auch der Winterfraß kann entweder selbständig oder im Zusammenhang mit den alten Brutgängen auftreten. Letzteres ist der Fall wenn die Jungkäfer während des Winters aus der Puppe schlüpfen sich aber noch bis zum Frühjahr unter der Rinde aufhalten müssen; sie üben dann Nachfraß aus, der sich aus Reifefraß und Winterfraß zusammensetzt. Das Fraßbild ist schließlich nur noch ein unentwirrbares Durcheinander von Gängen.

Eigenartiger sehen die eigentlichen, selbständigen Überwinterungsgänge aus. Sie finden sich gerade bei *P. chalcographus* ziemlich häufig; das Münchener zoologische Institut besitzt mehrere solche Fraßstücke, denen natürlich nicht mehr anzusehen ist, ob sie Schlechtwetter- oder Überwinterungsgänge darstellen. Zwei vortreffliche Abbildungen dieser Fraßstücke finden sich in der neuesten Auflage des Nüßlin-Rhumler. Ein anderes Fraßstück zeigt sehr schön die verschiedenen Entwicklungszustände der Wintergänge. Abb. 12 zeigt eine Zusammenstellung der charakteristischsten dieser Stadien. Gang 1 besteht lediglich aus einer rammelkammerähnlichen Aushöhlung mit einem Einbohrloch. Gang 2 ist schon weiter gediehen; er hat zwei Bohrlöcher. Bei 3 liegen zwei Gänge nebeneinander; bei weiterer Ausdehnung des Fraßes werden sie mit-

einander verschmelzen, und es entstehen schließlich überaus verzweigte Gebilde, wie es der allerdings noch nicht sehr alte Gang 6 veranschaulicht. Auffallend ist, daß sehr häufig mehr Käfer in den Gängen fressen, als Einbohrlöcher vorhanden sind. Es müssen also, wie Seitner (80) auch für *Ips typographus* annimmt, mehrere Käfer den gleichen Eingang benutzt haben.

Das Zustandekommen von Schlechtwetterfraß ist bedingt durch den Eintritt ungünstiger Witterung, die Entstehung von Überwinterungsfraß im besonderen durch den Eintritt winterlicher Kälte. Der zur Auslösung des Winterfraßes erforderliche Temperaturgrad ist unbekannt. Zufällig erzielte Verf. bei zu anderen Zwecken angestellten Zuchtversuchen typischen Schlechtwetterfraß bei Käfern, die ständig einer Temperatur von  $15,6^{\circ}\text{C}$  ausgesetzt waren. Parallelzuchten in Temperaturen von

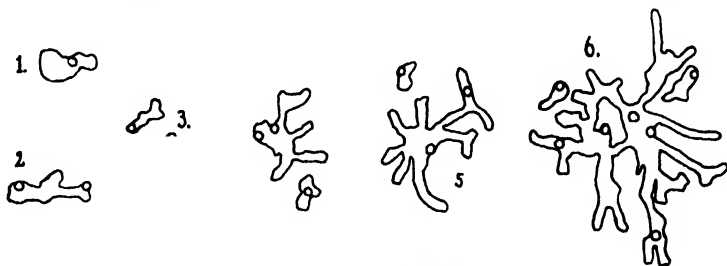


Abb 12. Überwinterungsgänge.

$20,0^{\circ}\text{C}$  zeigten normale Brutgänge. Da bei anderen Zuchten Brutgänge schon bei einer Durchschnittstemperatur von  $18,4^{\circ}\text{C}$  erzielt wurden, dürfte bei *P. chalcographus* die Grenze zwischen Brutfraß und Überwinterungsfraß bei einer Temperatur zwischen  $15,6$  und  $18,4^{\circ}\text{C}$  liegen.

Einen weiteren Grund für das Zustandekommen des Winterfraßes sieht Seitner in der Übervölkerung der Geburtsstätten, welche die Käfer, vom Hungergefühl getrieben, zwingt, trotz anhaltend schlechten Wetters auszufliegen und neue Winterlager zu suchen.

### c) An anderen Orten.

Seitner (80) fand im Herbst *Ips typographus* wiederholt, aber immer nur vereinzelt unter dem die Wurzelanläufe bedeckenden Moos. Diese Beobachtungen wurden anlässlich der Borkenkäferkalamität in Oberösterreich in den Jahren 1921 und 1922 gemacht. Wenn schon bei einer ungeheueren Massenvermehrung der Käfer zwar wiederholt, aber immer nur vereinzelt am Boden angetroffen wurde, wird die Zahl der unter Moos und Streu zu findenden in normalen Jahren verschwindend gering sein. Seitner hält ein den ganzen Winter überdauerndes Verweilen des Käfers am Boden für unwahrscheinlich: „Ob die Bodenstreu als solche allein für den durch schlechtes Wetter schon frühzeitig zur

Einwinterung gezwungenen Käfer ein brauchbares, dauerndes Winterquartier darstellt, ist mehr als zweifelhaft, denn der Käfer will dort, wo er Schutz sucht, wenn Temperaturverhältnisse die Anregung hierzu geben, auch fressen können, er ist, solange er sich nicht im Zustande der Kältestarre befindet, immerfort hungrig.“

## 5. Die Flugzeit.

### a) Beginn des Schwärmens.

Wir haben Seite 359 gesehen, daß von Ende Februar (1926) ab fast nur noch überwinternde Jungkäfer, keine Larven mehr gefunden wurden. Diese Käfer fliegen trotz vollendeten Reifefraßes nicht aus, sondern bleiben solange unter der schützenden Rinde, bis ein genügend hoher Wärmegrad sie aus ihren Winterquartieren hervorlockt. Eichhoff (33) war der Ansicht, daß ein Schwärmen nur bei Sonnenschein erfolgen könnte: „Kein Borkenkäfer fliegt von freien Stücken an kühlen Tagen oder auch nur bei bewölktem Himmel. Selbst eine Zimmerwärme von annähernd  $+20^{\circ}\text{C}$  verlockt die schon vollständig flugfertigen Käfer nicht aus ihren Geburtsstätten oder sonstigen Verstecken, wenn nicht draußen im Freien warmer Sonnenschein herrscht. Letzterer wird vom Käfer allemal abgewartet.“ Und Henschel (45) schrieb noch 1895: „Wärme allein genügt nicht, um die Käfer zum Schwärmen zu veranlassen: es ist auch Sonnenschein notwendig.“ Dieser Auffassung, das Schwärmen könne nur bei Sonnenschein stattfinden, wurde schon 1889 von Pauli (68) widersprochen: „Die Bewölkung des Himmels hält die reifen Käfer überhaupt nicht vom Schwärmen ab; was sie bestimmt, sich herauszubohren, ist einzig die Wärme.“ Die Sonne spielt nur als Wärmespenderin eine, allerdings im Frühjahr bedeutende, Rolle. Wenn in den ersten Frühlingstagen die Lufttemperatur noch niedrig ist, kann nur durch direkte Insolation die Temperatur der Brutstücke derart gesteigert werden, daß ein Ausschwärmen erfolgt. So wird, wenigstens im Frühling, eine zum Schwärmen hinreichende Wärme nur an sonnigen Tagen erreicht.

Der Wärmegrad, der den Anstoß zum Auskriechen gibt, ist bei den einzelnen Arten verschieden. Seit langem werden sogenannte Früh- und Spätschwärmer unterschieden. Zu den letzteren gehört *P. chalcographus*; er bedarf also einer verhältnismäßig hohen Schwärmtemperatur. Pauli (67) gibt für *Ips typographus* als unterste Schwärmtemperatur eine solche von  $16^{\circ}\text{R}$ , d. s.  $20^{\circ}\text{C}$  an, während er den wetterhärteren *P. chalcographus* schon bei einer Temperatur von  $13^{\circ}\text{R}$ , also  $16,25^{\circ}\text{C}$  schwärmen läßt. Diese Angaben sind vielleicht etwas zu hoch. Kolmodin (55) sah 1914 *Ips typographus* bei ungefähr  $18^{\circ}\text{C}$  schwärmen. Fuchs (38) gibt eine große Anzahl von Mittagstemperaturen an Schwärmtagen des Buchdruckers in den Jahren 1900—1905 an; sie liegen zwischen  $13,4^{\circ}$  und  $20,6^{\circ}\text{C}$ , bewegen sich also im Durchschnitt unter der von Pauli angegebenen

**Schwärmtemperatur.** Es erhebt sich hier allerdings die Frage, ob die angegebenen Mittagstemperaturen auch den Schwärmtemperaturen entsprechen; einmal besteht die Möglichkeit, daß es an den betreffenden Tagen zu einer anderen Tageszeit wärmer gewesen ist, andererseits kann auch die Eigenwärme der Stämme aus denen die Käfer ausflogen, durch unmittelbare Sonnenbestrahlung weit über die Lufttemperatur gesteigert worden sein.

Um die erste Fehlerquelle möglichst auszuschalten, wurden bei meinen im Folgenden beschriebenen Versuchen die Temperaturen in zweistündigem Abstand abgelesen. Eine durch direkte Insolation entstehende Differenz zwischen Brutstück- und Lufttemperatur ist am einfachsten dadurch zu verhindern, daß die Versuchsrollen ständig im Schatten gehalten werden; leider läßt sich, wenn das Auskriechen nicht allzusehr verzögert werden soll, wenigstens im Frühjahr auf die Erwärmung durch Sonnenstrahlung nicht verzichten. Doch wurde der durch den möglicherweise entstehenden Temperaturunterschied bedingte Fehler ziemlich klein gemacht, indem einmal die Hölzer derart aufgestellt wurden, daß sie täglich höchstens 2 Stunden von der Sonne beschienen werden konnten, und andererseits die Brutstücke in Gläser eingeschlossen wurden. Bei Sonnenbestrahlung war die Lufttemperatur in den Gläsern höher als die Außentemperatur durch Insolation des Glases und weil auch die Brutrolle die empfangene Wärme gleich wieder ausstrahlte, und die ausgestrahlte Wärme nicht wie im Freien durch kältere Luftströmungen fortgeführt werden konnte. Günstigstenfalls kann man annehmen, daß die Holztemperatur gleich der der umgebenden Luft war; doch ist dies sehr unwahrscheinlich. Wenn auch auf diese Weise die zweite Fehlerquelle nicht ganz verstopft wurde, so ist doch anzunehmen, daß die angestellten Versuche klarere Bilder ergeben als die Feststellung der Schwärmtemperatur auf Grund der Mittagstemperatur oder auch der Höchsttemperatur des Schwärmtages.

Anfang Januar 1927 brachte ich einen Teil eines in der Oberförsterei Königsforst gefundenen *chalcographus*-befallenen Fichtenzopfes in meine Wohnung in Köln und setzte ihn hier in einem mit Deckel verschlossenen Glasgefäß in den Garten. Das Zuchtglas stand unter einem Schutzdach, sodaß es vor Regen und Schnee geschützt war und täglich nur zwei Stunden von der Sonne beschienen werden konnte. Außer dem oben angegebenen Grunde wurde hierdurch eine Nachahmung der Verhältnisse im Walde bezweckt, die dem auf dem Boden liegenden Brutstück ja auch nur einen geringen Anteil an Sonnenwärme zukommen lassen. Bis Anfang März waren keine Käfer ausgekrochen. Es wurden nun noch 3 weitere befallene Wipfelstücke aus demselben Distrikt in Glasgefäße eingezwängert und an den gleichen Ort wie das erste Glas gebracht. Die 4 Gläser wurden mit A, B, C und D bezeichnet; D enthielt die im Januar geholte Brutrolle. Glas A und B waren mit Gaze verschlossen; Temperatur und Feuchtigkeit wurden durch Thermometer und Hygrometer, die sich



in Glas A befanden, gemessen. Der Verschluß der Gläser C und D wurde durch Glasdeckel gebildet; zur Kontrolle der in Glas A abgelesenen Temperaturen war auch in C ein Thermometer angebracht; Feuchtigkeitsablesungen erübrigten sich, da die Luft in den mit Glasdeckeln abgeschlossenen Zuchtgläsern durch die Verdunstung der im Brutstück vorhandenen Feuchtigkeit stets wassergesättigt war, die Luftfeuchtigkeit also durchweg 100 % betrug. Die Thermometer waren im Schatten der Brutstücke angebracht, sodaß sie von direkten Sonnenstrahlen nicht erreicht wurden. In Tabelle 7 sind in der ersten Spalte die Temperaturen in den Gläsern in zweistündigem Abstand aufgezeichnet, daneben ist der höchste in den Gefäßen erreichte Wärmegrad gesondert notiert. Es folgen die Tiefsttemperaturen im Freien, der allgemeine Witterungscharakter und schließlich die mittlere Feuchtigkeit in den Gläsern A und B. In einer letzten Spalte sind die an dem betreffenden Tage ausgekrochenen Käfer aufgezeichnet; ihre Zahl wurde stets abends festgestellt. Die Tabelle zeigt besonders in der ersten Spalte viele Lücken; sie wurden dadurch hervorgerufen, daß es Verf. häufig wegen anderweitiger Arbeit unmöglich war, die Temperaturen abzulesen.

Die Höchsttemperaturen sind am 10. und 11. März 16° bzw. 13°. Am 12. kriecht in D der erste Käfer aus bei einer Temperatur von 9°. Trotz der hohen Wärme am 13. erscheinen erst am 15. wieder 2 Käfer bei einer Höchsttemperatur von 15°. Am 16. kriecht bei 18° der erste Käfer in B aus. Dann bringt bis einschließlich 13. März jeder Tag neue Käfer; selbst am 18., der nur eine Maximaltemperatur von 12° erreicht, kriecht in C ein Männchen aus. Am 24. sind es 13°: kein Käfer. Am 25. werden 15° erreicht: 5 Käfer; am 26. nur 14°: kein Käfer. Bei gleicher Temperatur am nächsten Tage 2 Käfer. Der 28. bringt bei 22° den ersten größeren Schwarm in D: 24 Stück. Am 29. bei 15°: 2 Männchen in D. Vom 30. März bis 4. April wird als Maximum 12° erreicht; nur 2 Käfer kriechen am 2. April aus. Am 5. und 6. Auskriechen bei 16° und 15°. Am 7. nur 12°; es herrscht Ruhe. Am 8. April 21°: insgesamt 68 Käfer. Am 9. sinkt die Höchsttemperatur auf 14°: nichts. Am 10. wieder 15°: 8 Käfer. Am 11. 27°: 66 Stück. Und so geht es weiter: hohe Temperaturen bringen hohe Zahlen, niedrige nichts. Am 22. April hat das Auskriechen sein Ende erreicht. Es folgen nur noch wenige Nachzügler vom 27. April bis 3. Mai.

Pauly hat als untere Schwärmtemperatur für *P. chalcographus* 16,25° C angegeben. Tabelle 7 zeigt, daß das Schwärmen auch schon bei niedrigeren Temperaturen erfolgen kann; so sind von insgesamt 559 Käfern 27, d. h. 4,83 % schon bei Wärmegraden unter 15° C ausgeflogen. Der zur Auslösung des Schwärmtriebes eben noch hinreichende Wärmegrad dürfte ungefähr bei 15° C liegen. Das zeigen folgende Tage: bei 5° am 14. März kein Schwärmen, bei 15° am 15. kriechen 2 Käfer aus; ferner bei 18° am 23. März 8 Käfer, bei 13° am 24. nichts und am 25. bei 15° 5 Käfer,

Tabelle 7.

Datum	Temperatur im Glas um Uhr:							Maximum im Glase	Minimum im Freien	Witterung	Mittlere Feuchtigkeit	Ausgekrochen in Glas								Summe	
	8	10	12	14	16	18	20					A		B		C		D			
												♂	♀	♂	♀	♂	♀	♂	♀		
10. III. 27	2	—	—	16	11	9	7	16	2	halb bedeckt	96										
11.	4	7	6	13	8	—	4	13	4	bedeckt	97										
12.	3	7	—	9	—	—	—	9	3	wolkig	100							1			1
13.	—	17	20	17	—	—	—	20		heiter	73										
14.	—	4	—	5	—	4	4	5	4	trübe	100										
15.	1	6	15	14	—	7	5	15	1	heiter	88										
16.	0	17	18	18	—	11	—	18	0	heiter	82							1	1		2
17.	—	18	—	18	15	13	—	18	3	heiter	86										
18.	—	7	—	10	12	—	—	12	4	wolkig	100							2			2
19.	—	12	—	15	—	—	9	15	6	heiter	94							1	2	1	4
20.	—	17	14	15	—	—	11	17		heiter	96								1		1
21.	6	15	23	22	19	—	—	23	6	heiter	95								2	2	5
22.	8	23	24	18	15	14	12	24	7	heiter	90								2		3
23.	12	12	16	18	16	—	14	18	10	wolkig	99								8		8
24.	8	9	—	13	—	11	10	13	8	halb bedeckt	99										
25	4	15	—	11	9	8	7	15	4	heiter	95							1	2	2	5
26.	8	14	14	14	11	—	8	14	6	heiter	94										
27.	—	10	—	14	—	—	8	14		heiter	99								2		2
28.	5	20	22	18	14	—	8	22	4	heiter	89	1		1				1	14	10	27
29.	7	15	—	14	13	—	9	15	6	wolkig	94								2		2
30.	7	8	12	11	10	—	8	12	7	trüb — Regen	99										
31.	7	—	10	—	—	10	—	10	7	trübe	98										
1. IV. 27	6	11	—	12	—	9	—	12	5	trübe	98										
2.	6	9	—	10	10	9	7	10	5	wolkig	99	1							1		2
3.	—	6	—	8	—	—	6	8	6	trübe	100										
4.	6	10	12	11	10	—	—	12	5	wolkig	98										
5.	8	11	—	14	16	—	10	16	8	trüb — Regen	98	2						1	10	13	26
6.	9	13	15	14	13	10	8	15	8	Regen	99								1		1
7.	7	9	9	8	9	—	12	12	6	wolkig	100										
8.	7	13	15	21	—	13	—	21	7	halb bedeckt	81	9	1	2				3	27	26	68
9.	7	12	—	14	—	—	9	14	5	heiter	95										
10.	—	13	—	15	—	—	10	15		heiter	91	2						2	1		8
11.	8	18	24	27	13	11	9	27	4	heiter	90	22	10	13	1	1			13	6	66
12.	7	11	—	13	10	8	6	13	4	heiter	95	2							5	8	16
13.	5	6	9	14	13	—	10	14	5	trübe	97	2									2
14.	10	11	—	10	10	—	10	11	8	bedeckt	100										
15.	—	9	12	20	13	—	8	20	8	heiter	87	18	9	3	5	5	2	3	8		53
16.	9	13	—	14	16	—	7	16	5	halb bedeckt	85	6					1	3	2	6	18
17.	—	13	15	17	—	—	7	17		heiter	78	22	12	7	1	1	5	8	8		64
18.	9	12	20	18	16	—	13	20	9	halb bedeckt	96	13	19	3	5	2	4	1	2		49
19.	10	15	19	20	18	—	14	20	9	bedeckt	97	2	1	4	7	1	3				18
20.	17	20	—	—	—	—	14	20	10	heiter	99	1	21	4	14						44
21.	—	19	22	18	17	—	14	22	10	wolkig	86	6	18		5						29
22.	—	26	30	30	25	21	17	30	11	heiter	72	1	9	1	4						15
23.	—	11	20	17	—	—	—	20	11	wolkig - Regen	83										
24.	—	—	17	—	—	—	12	17			91										
25.	—	—	15	14	11	—	9	15	6	halb bedeckt	98										
26.	—	8	12	14	10	—	—	14	7	wolkig	82										
27.	—	14	14	—	—	—	11	14	2	heiter	86		1	1	1						3
28.	—	17	—	22	—	—	8	22	5	heiter	84		2		5						7
29.	—	14	20	20	18	—	9	20	7	trübe	90		1		2						3
30.	—	16	21	20	17	12	—	21		heiter	74			1			1	1			3
1. V. 27	—	25	—	30	—	—	—	30	7	heiter	67					1					1
2.	—	24	30	34	—	—	15	34	10	heiter	54					1					1
3.	—	24	30	34	—	—	15	34	10	heiter	54					1					1
Summe												110	104	40	53	22	24	11			

dann am 26. bei 14° wieder nichts und allerdings am 27. bei auch nur 14° zwei Käfer. Am 28. bei 22° starkes Auskriechen, am 29. bei 15° noch 2 Käfer, am 30. bei 12° nichts. Bis zum 4. April kriechen bei einer durchschnittlichen Höchsttemperatur von 10° nur 2 Käfer aus. Dann steigt die Temperatur am 5. auf 16°: 26 Käfer; am 6. bei 15° noch 1 Käfer, am 7. bei 12° nichts. Am 8. bei 21° wieder starkes Schwärmen, am 9. bei 14° nichts, am 10. bei 15° wieder 8 Käfer. Fuchs (38) hat darauf hingewiesen, daß die Temperatur der vorausgegangenen Nacht eine wesentliche Rolle spielt; ist sie ziemlich hoch gewesen, so wird der Schwärmtrieb viel leichter ausgelöst. Ähnliches sehen wir am 11., 12. und 13. April, allerdings mit dem Unterschied, daß nicht die vorherige Nacht, sondern der Tag zuvor sehr warm war. Am 11. findet bei 27° ein starkes Schwärmen statt; offenbar hat die hohe Erwärmung auf 27° zur Folge, daß am nächsten Tage trotz nur 13° noch 26 Käfer auskriechen, und am 13. folgen bei 14° noch zwei.

Die Zeit des Auskriechens zog sich in allen Gläsern sehr lange hin. Es konnte die schon häufig in der Literatur angegebene Beobachtung bestätigt werden, daß der gesamte Ausschwärmvorgang sich in Gestalt einer ansteigenden und wieder abfallenden Kurve abspielt. So erscheinen in Glas A vom 28. März ab einige Vorläufer, der erste Schwarm erfolgt am 11. April, der nächste am 15. April, vom 17.—22. April findet ein nur durch die Kühle der Nacht unterbrochenes Auskriechen statt. Den Höhepunkt bildet der 17. April. Vom 27.—29. April erscheinen schließlich noch einige Nachzügler. Ähnlich verläuft auch das Ausschwärmen in den übrigen Gläsern.

Auffallend ist, daß das Auskriechen in C und D früher erfolgt und auch früher beendet ist als in A und B. Möglich ist es, daß der Grund hierfür in der höheren Luftfeuchtigkeit zu suchen ist; der Unterschied des Feuchtigkeitsprozentes in den Gläsern C und D einerseits, A und B andererseits ist jedoch so gering, daß Verf. einen derartig großen Einfluß für wenig wahrscheinlich hält. Nicht die Luftfeuchtigkeit, sondern die Wärme wird hier entscheidend sein. Die mit Glasdeckeln verschlossenen Gläser C und D bewahrten die tagsüber empfangene Wärme bis tief in die Nacht hinein, während der Gazeverschluss von A und B die Wärme viel eher abgab. Für die Käfer in C und D waren also die Nächte nicht so kühl wie für diejenigen in A und B. Daß D wiederum einen Vorsprung vor C hat, erklärt sich zwanglos aus der schon im Januar erfolgten Einzwingung des Brutstückes D, gegenüber der erst im März erfolgten Einzwingung von C. Während die übrigen Rollen noch im Walde allen Witterungsunbilden ausgesetzt lagen, genoß D schon die Treibhausverhältnisse des Zuchtglases.

Kurz sei noch ein Versuch Trédls erwähnt (85). Trédl hat ein von *chalcographus* befallenes Fichtenstück in gleichmäßige Zimmertemperatur von 20° C gebracht und das Ausschwärmen der Käfer beobachtet. Er

stellte dabei fest, daß trotz der gleichbleibenden Wärme das Schwärmen durch trübe und kühle Witterung unterbrochen wurde. „Das Schwärmen war daher von der Zimmerluft unabhängig geblieben, was einen Beweis für ein sehr feines Empfindungsvermögen der Käfer gegen Luftdruckverhältnisse ist; denn die Käfer konnten bei geschlossenen Fenstern nur durch den Luftdruck die Witterungsverhältnisse im Freien wahrnehmen.“ Dieses Verhalten der Käfer muß auf irgend einen, von Trödl unbeachtet gebliebenen Umstand zurückzuführen sein, jedenfalls nicht auf äußere Witterungsverhältnisse. Das Ausschwärmen des Kupferstechers geht im Zimmer bei genügender Wärme ohne Rücksicht auf ungünstiges Wetter vor sich. Das beweisen die Versuche des folgenden Abschnitts, in denen Verf. zu den verschiedensten Jahreszeiten, selbst im November und Januar, im Zimmer normales Schwärmen erzielte.

Hinzugefügt sei, daß die oben dargestellten, im Frühjahr 1927 in den Zuchtgläsern erzielten Schwärmzeiten nicht denen im Freien entsprechen, da die Treibhausverhältnisse der Gläser ein schnelleres Ausreifen der Versuchskäfer zur Folge hatte.

#### b) Verschiedenheit im Auskriechen der Männchen und Weibchen.

Verf. hat 1925 mitgeteilt, daß aus vom Kupferstecher befallener Rinde, die in Papier eingewickelt war, die Männchen eher und zahlreicher auskrochen als die Weibchen. Es soll hier näher auf diese Beobachtung eingegangen werden. Wie auf Seite 361 erwähnt, wurde bei den ersten Zählungen zur Feststellung des Geschlechtsverhältnisses die Rinde befallener Stämme in Papier eingewickelt ins Institut gebracht und hier untersucht. Bei diesem Transport kroch stets eine erhebliche Anzahl der Käfer aus der Rinde und wurde nachher im Papier wiedergefunden. Dabei machte ich die Beobachtung, daß im Papier regelmäßig mehr Männchen als Weibchen steckten, während das Geschlechtsverhältnis in den Rindenstücken umgekehrt war. Tabelle 8 gibt die Prozentzahlen der bei den vier Zählungen im Papier und in der Rinde gefundenen Männchen und Weibchen an.

Tabelle 8.

Rinde gesammelt am	Käfer gezählt am	Zahl der Käfer in Prozent			
		im Papier		in der Rinde	
		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
6. XI. 25	9—11. XI. 25	57,6	42,4	48,3	51,7
10. XI. 25	11. XI. 25	66,7	33,3	39,1	60,9
12. XI. 25	12.—13. XI. 25	55,8	44,2	43,3	56,7
13. XI. 25	14. XI. 25	61,8	38,2	34,1	65,9
im Durchschnitt:		60,5	39,5	41,2	58,8

Diese Beobachtung erweckte in mir die Vermutung, daß die Männchen eher als die Weibchen auskriechen, und gab hierdurch Anlaß zu einer

Reihe gleichartiger Versuche. Mit chalcographus besetzte Fichtenstücke wurden in Glasgefäße gebracht und entweder einer konstanten Temperatur ausgesetzt oder ins Freie gestellt. In gleichbleibenden Abständen — täglich oder alle zwei Tage — wurde die Zahl der ausgekrochenen Männchen und Weibchen notiert. Die ausgekrochenen Käfer wurden aus den Gläsern entfernt.

1. Versuchsreihe. Versuch A. Die Fichtenrolle stammte aus der Oberförsterei Gahrenberg. Sie wurde am 8. März 1926 in der Wohnung des Verf. neben einen Heizkörper gesetzt. Das im Glas befindliche Thermometer zeigte nahezu konstant eine Temperatur von 20° C an. Tabelle 9 zeigt, daß schon am ersten Tage nach Beginn des Versuches 1 Männchen und 2 Weibchen sich im Glas fanden; während der drei nächsten Tage kroch kein Käfer aus. Am 13. März aber fanden sich neben 2 Weibchen 24 Männchen; am nächsten Tage war der Unterschied nicht so groß, aber immer noch überwogen die Männchen.

Versuche B und C. Das Material stammt aus der Oberförsterei Königsforst, Bez. Köln. Versuch B wurde am 25. März 1926, Versuch C am 8. April 1926, beide am gleichen Ort wie Versuch A begonnen. Temperatur wieder ca. 20° C. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 10 und 11 dargestellt. Auch hier zeigt sich einwandfrei ein Überwiegen der Männchen bei Beginn des Auskriechens.

Versuch D. Am 15. Januar 1927 wurde ein völlig gleichartiger Versuch mit Material aus der Oberförsterei Königsforst begonnen. Temperatur wiederum ca. 20° C. Der Versuch ist insofern vollständiger als die drei vorhergegangenen, als er bis zum Ende, d. h. bis zum Auskriechen des letzten Käfers durchgeführt wurde. Tabelle 12 enthält die Zahl der bei der Durchsicht im Glase gefundenen Käfer, dann die Summe der bis zu dem betreffenden Datum ausgekrochenen Käfer und in einer dritten Rubrik diese Summe umgerechnet in Prozente der Gesamtzahl der Männchen bzw. Weibchen. Man erkennt, daß am 21. Januar 15,8% der Männchen, aber erst 7,7% der Weibchen, und am 23. sogar 53,5% der Männchen und nur 29,2% der Weibchen ausgekrochen sind. Bei den späteren Zahlen gleicht sich dieser gewaltige Unterschied wieder aus. Die Prozentzahlen sind auf Abbildung 13 graphisch dargestellt.

Tabelle 9.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen	
	♂♂	♀♀
9. III. 26	1	2
10.	—	—
11.	—	—
12.	—	—
13.	24	2
14.	41	36

Tabelle 10.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen	
	♂♂	♀♀
26. III. 26	1	2
27.	—	—
28.	13	2
29.	17	9
30.	56	52
31.	6	4

Tabelle 11.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen	
	♂♂	♀♀
9. IV. 26	—	—
10.	9	4
11.	80	69
12.	1	3

Tabelle 12.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen		Summe der ausgekrochenen		Summe in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
19. I. 27.	5	7	5	7	4,4	4,8
21.	13	4	18	11	15,8	7,7
23.	43	31	61	42	53,5	29,2
25.	23	41	84	83	73,7	57,7
27.	3	10	87	93	76,3	64,6
31.	10	30	97	123	85,1	85,4
2. II. 27	14	8	111	131	97,4	91,0
4.	2	7	113	138	99,1	95,8
6.	1	5	114	143	100,0	99,3
8.	0	1	114	144	100,0	100,0

Sämtliche Versuche zeigen als übereinstimmendes Ergebnis ein zeitlich früheres Auskriechen der Männchen vor den Weibchen, eine schwache, aber deutliche Protandrie. Ich verstehe hier unter Protandrie nicht das frühere Ausschlüpfen der Männchen aus der Puppe, sondern das frühere Eintreten der Geschlechtsreife, die frühere Begattungsbereitschaft der Männchen gegenüber den Weibchen; begattungsbereit ist *chalcographus*, wenn er sein Winterlager verläßt und sich zum Hochzeitsfluge anschickt.

Trödl (85) hat bei einem einzelnen, im April 1908 durchgeführten Schwärmversuch mit *chalcographus* ein gleiches Ergebnis gehabt: zu Anfang der Schwärmzeit überwogen die Männchen, am Ende der Weibchen.

Als letzte Versuche E, F, G und H dieser Reihe mögen die auf Seite 370 ff. beschriebenen Versuche gelten, deren Ergebnisse in Tabelle 7 dargestellt sind. Die Zahlen der aus den Gläsern A, B, B und D ausgekrochenen Käfer wurden zwecks besserer Übersicht unter Hervorhebung

Tabelle 13.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen		Summe der ausgekrochenen		Summe in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
31. III. 27	1	0	1	0	0,9	0
4. IV. 27	1	0	2	0	1,8	0
8.	11	1	13	1	11,8	1,0
12.	26	10	89	11	35,5	10,6
16.	26	9	65	20	59,1	19,2
20.	38	53	103	73	93,6	70,2
24.	7	27	110	100	100,0	96,1
28.	0	3	110	103	100,0	99,0
2. V. 27	0	1	110	104	100,0	100,0

Tabelle 14.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen		Summe der ausgekrochenen		Summe in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
19. III. 27	0	1	0	1	0	1,9
23.	0	0	0	1	0	1,9
27.	0	0	0	1	0	1,9
31.	1	0	1	1	2,5	1,9
4. IV. 27	0	0	1	1	2,5	1,9
8.	2	0	3	1	7,5	1,9
12.	13	1	16	2	40,0	3,8
16.	3	5	19	7	47,5	13,2
20.	18	27	37	34	92,5	61,1
24.	1	9	38	43	95,0	81,1
28.	1	6	39	49	97,5	92,5
2. V. 27	1	3	40	52	100,0	98,1
6.	0	1	40	53	100,0	100,0

des uns hier Interessierenden in den Tabellen 13, 14, 15 und 16 zusammengestellt. Die Prozentzahlen der Tabelle 13 sind auf Abb. 13 graphisch dargestellt. Auch diese Versuche, die nicht in nahezu konstanten Wärmeverhältnissen, sondern im Freien unternommen waren, lassen deutlich die Protandrie des Kupferstechers erkennen. In Tabelle 13 sind am 16. April 59,1% der Männchen, aber erst 19,2% der Weibchen ausgekrochen. In Tabelle 14 stehen am 12. April 14% Männchen nur 3,8% Weibchen gegenüber, in Tabelle 15 50% Männchen 16,7% Weibchen. Nicht ganz so stark zeigt sich die Protandrie im letzten Versuch, in

Tabelle 15.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen		Summe der ausgekrochenen		Summe in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
19. III. 27	1	1	1	1	4,5	4,2
23.	2	0	3	1	13,6	4,2
27.	0	1	3	2	13,6	8,3
31.	0	1	3	3	13,6	12,5
4. IV. 27	0	0	3	3	13,6	12,5
8.	4	0	7	3	31,8	12,5
12.	4	1	11	4	50,0	16,7
16.	6	5	17	9	77,3	37,5
20.	4	14	21	23	95,5	95,8
24.	0	0	21	23	95,8	95,8
28.	0	0	21	23	95,5	95,8
2. V. 27	1	1	22	24	100,0	100,0

Tabelle 16.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen		Summe der ausgekrochenen		Summe in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
15. III. 27	2	1	2	1	1,8	1,0
19.	4	1	6	2	5,5	2,1
23.	13	2	19	4	17,3	4,2
27.	4	2	23	6	20,9	6,3
31.	16	10	39	16	35,5	16,7
4. IV. 27	0	1	39	17	35,5	17,7
8.	37	40	76	57	69,1	59,4
12.	20	15	96	72	87,3	75,0
16.	5	14	101	86	91,8	89,6
20.	9	10	110	96	100,0	100,0

Tabelle 16, in der am 31. März 35,5% Männchen, aber erst 16,7% Weibchen ausgekrochen sind.

2. Versuchsreihe. Das Material der Versuche dieser Reihe stammt aus der Oberförsterei Kattenbühl, Bez. Hildesheim.

Versuch 1 begann am 13. Juli 1927. Das Zuchtglas mit dem Fichtenstück stand in einem Thermostaten mit Glaswänden, die dem Licht ungehinderten Eintritt ließen. Die durchschnittliche Temperatur betrug 25,9 ° C. Ein Teil der Rolle wurde am 12. Juli entrindet: es fanden sich nur Larven und Puppen, keine Jungkäfer. In den ersten Tagen des Versuches krochen dunkel gefärbte, fast schwarze Käfer aus, die nichts anderes als Altkäfer, als die Elternkäfer der Brut sein konnten. Erst nach mehreren Tagen zeigten sich heller gefärbte Jungkäfer im Glase.

Tabelle 17.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen				Summe der Jungkäfer		Summe in Prozent	
	Altkäfer		Jungkäfer		♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
18. VII. 27	10	28	—	—	—	—	—	—
22.	8	17	—	—	—	—	—	—
26.	6	8	3	9	3	9	0,3	0,8
28.	6	15	41	52	44	61	4,1	5,4
30.	4	5	124	166	168	227	15,6	20,1
1. VIII. 27	—	3	222	241	390	468	36,1	41,3
3.	—	1	202	211	592	679	54,8	60,1
5.	—	—	142	112	734	791	68,0	69,9
7.	—	—	133	170	867	961	80,3	84,9
9.	—	—	85	60	952	1021	88,1	90,2
11.	—	—	53	45	1005	1066	93,1	94,2
13.	—	—	61	45	1066	1111	98,7	98,1
15.	—	—	14	21	1080	1132	100,0	100,0



Tabelle 18.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen				Summe		Summe	
	Altkäfer		Jungkäfer		der Jungkäfer		in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
18. VII. 27	—	4	—	—	—	—	—	—
22.	—	1	3	0	3	0	0,7	0,0
24.	1	5	35	55	38	55	9,5	15,0
26.	1	0	80	93	118	148	29,6	40,4
28.	4	3	68	59	186	207	46,9	56,6
30.	—	—	38	23	224	230	56,3	62,9
1. VIII. 27	—	—	78	58	302	288	75,9	78,7
3.	—	—	31	19	333	307	83,7	83,9
5.	—	—	27	16	360	323	90,5	88,3
7.	—	—	26	28	386	351	97,0	96,0
9.	—	—	10	10	396	361	99,5	98,6
11.	—	—	0	1	396	362	99,5	98,9
13.	—	—	2	4	398	366	100,0	100,0

Tab. 17 gibt die Zahlen der Alt- und Jungkäfer getrennt an; da für uns nur die Jungkäferzahlen von Wichtigkeit sind, wurden diese allein in Prozente umgerechnet. Überraschenderweise ist hier von der bei 8 im Frühjahr vorgenommenen Versuchen entdeckten Protandrie nichts zu spüren, im Gegenteil überwiegt hier stets die Zahl der Weibchen. Die Protandrie hat sich in eine Protogynie umgekehrt.<sup>1)</sup>

Die gleiche Erscheinung kehrt bei Versuch K wieder (Tab. 18), der mit ähnlichem Material in genau derselben Weise ausgeführt wurde wie der vorige Versuch. Das Ergebnis dieses Versuches ist ebenfalls auf Abb. 13 graphisch dargestellt.

Zur Ergänzung dieser beiden Thermostatenversuche dienten zwei weitere Versuche, deren Brutgläser ins Freie gestellt wurden. Rolle L. kam am 13. Juli in den Thermostat und wurde am 28. Juli an die Außenseite eines Institutsfensters gestellt. Die Sonne konnte nur am Spätnachmittag wenige Stunden auf das Glas scheinen. Die Temperaturen während des Tages, die Tiefsttemperatur der Nacht, sowie der allgemeine Witterungscharakter sind in Tabelle 19 verzeichnet. Tabelle 20 gibt die Zahlen der ausgekrochenen Käfer wieder. Zunächst sei bemerkt, daß im Gegensatz zu den Tabellen 13—16 keine Lücken in der Reihe der Auskriechtage zu finden sind. Auch die kältesten Tage wiesen Wärmegrade auf, die

<sup>1)</sup> Hingewiesen sei auf die bei dieser Versuchsrolle besonders auffallende Dichte des Befalls. Das Brutstück war 28,5 cm lang und besaß einen Durchmesser von 6,7 cm, hatte also eine Rindenfläche von 599,89 qcm. Ganz abgesehen von den Altkäfern, hatte diese Rindenfläche 2212 Jungkäfer beherbergt; auf jeden Jungkäfer entfiel also eine Fraßfläche von 0,27 qcm, oder anders ausgedrückt: jeder Quadratzentimeter enthielt 4 Larvengänge einschließlich Puppenwiege und Reifefraß.

Tabelle 19.

Datum	Temperatur im Zuchtglas um Uhr							Tages- minimum	Witterungs- charakter
	8	10	12	14	16	18	20		
28. VII. 27	—	—	—	—	25,5	—	21,2	—	wolkig
29.	15,6	18,3	21,9	25,2	32,2	27,3	—	11,5	bewolkt
30.	14,6	18,5	21,7	33,2	33,6	30,7	25,2	11,0	heiter
31.	18,4	21,3	24,8	31,7	—	28,9	21,9	12,0	bewolkt
1. VIII. 29	17,2	22,7	25,2	29,7	—	26,0	23,2	14,0	bewolkt—bedeckt
2.	20,7	22,0	22,0	21,0	22,4	23,5	22,9	17,3	bedeckt—Regen
3.	14,0	17,9	21,8	24,6	31,8	27,6	22,0	12,5	bewolkt
4.	13,0	17,5	22,0	26,3	34,2	28,2	24,7	11,5	heiter
5.	16,1	—	22,7	33,2	34,5	28,5	24,5	12,0	bewolkt—heiter
6	19,0	23,0	26,2	34,2	34,5	30,7	26,9	16,1	bewolkt
7.	20,6	23,2	24,2	23,2	24,6	27,2	25,6	17,2	bedeckt—Regen
8.	19,2	21,6	24,0	34,8	35,0	33,2	28,8	16,8	heiter
9	20,0	22,0	24,1	29,9	33,4	24,2	21,0	18,2	bewolkt
10.	18,0	—	21,9	27,2	21,2	—	—	13,2	bewolkt—Regen
11.	16,1	19,0	22,0	24,0	30,2	25,6	21,0	13,0	bedeckt—bewolkt
12.	13,6	16,3	18,2	23,0	22,3	20,5	18,7	12,5	bedeckt
13.	16,3	18,6	21,3	24,2	22,3	21,0	19,3	12,5	bedeckt

weit über der auf Seite 374 angegebenen Auskriechtemperatur von ungefähr  $15^{\circ}\text{C}$  lagen. Dem durch häufige Kälteperioden unterbrochenen Schwärmen im Frühjahr steht ein kontinuierliches Auskriechen der Käfer im Sommer gegenüber. — Weiterhin bestätigt auch dieser Versuch das Vorhandensein einer schwachen, aber deutlich erkennbaren Protogynie.

Tabelle 20.

Datum	Anzahl der Altkäfer		ausgekrochenen Jungkäfer		Summe der Jungkäfer		Summe in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
16. VII. 27	4	11	—	—	—	—	—	—
20.	0	9	—	—	—	—	—	—
24.	5	8	—	—	—	—	—	—
28.	1	7	6	4	6	4	2,1	1,2
30.	—	4	11	20	17	24	6,1	7,2
1. VIII. 17	—	1	17	30	34	54	12,1	16,2
3.	—	—	40	34	74	88	26,3	26,4
5.	—	—	71	85	145	173	51,6	51,8
7.	—	—	35	57	180	230	64,1	68,8
9.	—	—	35	42	215	272	76,5	81,5
11.	—	—	37	36	252	308	89,7	92,2
13.	—	—	18	20	270	328	96,1	98,2
15.	—	—	11	6	281	334	100,0	100,0

Tabelle 21.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen				Summe		Summe	
	Altkäfer		Jungkäfer		der Jungkäfer		in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
5. VIII. 27	2	5	8	9	8	9	9,1	9,8
7.	—	—	19	26	27	35	30,7	38,0
9.	—	—	32	27	59	62	67,0	67,4
11.	—	—	17	16	76	78	86,4	84,8
13.	—	—	11	12	87	90	98,8	97,8
15.	—	—	1	2	88	92	100,0	100,0

Versuch M bietet nichts Neues. Ein kleines Fichtenstück wurde am 28. Juli vor das Fenster zu Rolle L gesetzt. Tabelle 21 zeigt, daß auch hier die Zahl der Weibchen die der Männchen jeweils übertrifft.

### 3. Versuchsreihe.

Diese Reihe weist nur einen einzigen Versuch N auf, der am 19. Oktober 1926 begonnen wurde. Die Fichtenrolle, die aus der Oberförsterei Königsforst stammte, wurde wie bei Versuch A an einen Ort gesetzt, der eine durchschnittliche Wärme von 20° C aufwies. Tab. 22 zeigt das Ergebnis. Während bei den Versuchen der ersten Reihe eine protandrische, bei denen der zweiten Reihe eine protogyne Tendenz vor-

Tabelle 22.

Datum	Anzahl der ausgekrochenen		Summe der ausgekrochenen		Summe in Prozent	
	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀	♂♂	♀♀
29. X. 26	2	1	2	1	2,6	1,3
31.	4	9	6	10	7,8	13,0
2. XI. 26	5	6	11	16	14,4	21,0
4.	9	7	20	23	26,2	30,2
6.	16	11	36	34	47,2	44,6
8.	6	4	42	38	55,2	49,8
10.	6	6	48	44	63,2	57,8
12.	3	5	51	49	67,2	64,4
14.	11	6	62	55	81,6	72,4
16.	3	4	65	59	85,6	77,6
18.	4	5	69	64	90,8	84,2
20.	3	5	72	69	94,8	90,8
22.	0	3	72	72	94,8	94,8
24.	0	3	72	75	94,8	98,8
26.	4	0	76	75	100,0	98,8
28.	0	0	76	75	100,0	98,8
30.	0	0	76	75	100,0	98,8
2. XII. 26	0	1	76	76	100,0	100,0

herrschte, läßt sich hier weder das eine noch das andere erkennen. Bald überwiegen die Männchen, bald die Weibchen; die Auskriechzeiten sind also praktisch die gleichen.

Auf Abbildung 13 sind die Ergebnisse der typischsten Versuche graphisch zur Darstellung gebracht. Es ergibt sich daraus die eigenartige Tatsache, daß nach den vorliegenden Versuchen *P. chalc-*

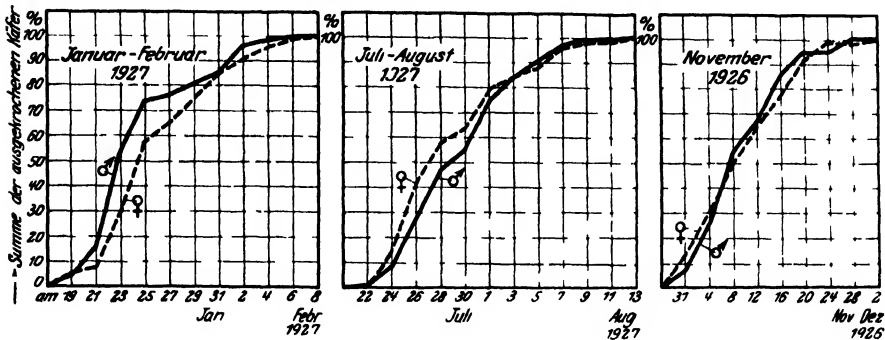


Abb 13

*graphus* im Frühjahr (Januar, März April) deutliche Protandrie erkennen läßt, im Hochsommer (Juli, August) dagegen protogyn ist, während zu Beginn des Winters aus in Wärme versetzte Fichtenstücke Männchen und Weibchen gleichzeitig auskriechen. Zur Feststellung, welche physiologischen Ursachen dieser Erscheinung zugrunde liegen, genügt die Anzahl vorliegender Versuche nicht; dazu bedarf es weiterer, eingehender Untersuchungen.

### c) Wahl des Brutbaumes.

Eichhoff sagt auf Seite 5 seiner „Europäischen Borkenkäfer“: „Bei Auswahl der Brutbäume verfährt der schwärmende Käfer meist sehr wählerisch, vorsichtig und nach bestimmten Regeln. Zunächst besteht bezüglich der Wahl, nicht nur der Holzart, sondern auch der einzelnen Teile derselben, eine gleichmäßig und meist für die Käferart bezeichnende Beharrlichkeit, von der nicht ohne zwingende Notwendigkeit abgewichen wird.“ Und ferner auf Seite 7: „So wählerisch die Borkenkäfer betreffs der Holzart und der Brutstelle sind, ebenso vorsichtig verfahren sie bei ihren Angriffen der ihnen passenden Holzarten betreffs deren besonderer Beschaffenheit. Ganz abgestorbene, völlig entsaftete Bäume werden ganz verschmäht, weil dieselben weder für den Käfer noch für die zukünftige Nachkommenschaft die nötige Nahrung, Baumsaft, enthalten, die Käfer also verhungern müßten. Fast ebenso standhaft werden aber auch gesunde, in voller Saftfülle befindliche Bäume, mindestens solange als die Not nicht drängt, gemieden, weil Käfer und Larve meist infolge allzustarken Saftandranges ersäuft werden würden.“ Eichhoff

hat klar und deutlich die drei für die Brutbaumwahl in Betracht kommenden Faktoren unterschieden. Die erste Frage muß stets nach der Holzart lauten. Weiterhin bleibt zu erörtern, ob einzelne Teile des Baumes bevorzugt werden, und wie er bezüglich seines Saftgehaltes bzw. Austrocknungsgrades beschaffen sein muß. Die dritte Frage soll hier nicht behandelt werden, da die bisherigen Untersuchungen des Verf. zu einem einwandfreien Ergebnis noch nicht geführt haben; die Untersuchungen werden fortgeführt. Es bleiben also nur die Fragen, welche Holzart befliegen wird, und ob einzelne Teile des Brutbaumes bevorzugt werden.

#### a) Wahl des Holzart.

Verfasser hat *P. chalcographus* bisher nur in der Fichte gefunden; doch liegen Berichte über einen Befall an anderen Holzarten im Schrifttum vor.

Ratzeburg (71) kennt 1837 nur den Befall an Fichte; doch hält er ein Anfliegen der Weißtanne für sehr wahrscheinlich. 1866 (72) berichtet er, das *chalcographus*, „welcher durch Sturm bis über die Fichtengrenze hinaus im Riesengebirge verschlagen wurde, noch an die ihm sonst nicht zusagende Krummholzkiefer“ ging.

Im selben Jahre 1866 berichtet Meier (60) von einem Fraß des Kupferstechers in einer 15jährigen Weymouthskiefergruppe, von der infolge des Befalls jährlich einzelne Stämme eingingen. In einer ebenso alten, in der Nähe stehenden Schwarzkiefer zeigte er sich ebenfalls.

1878 fand Henschel (44) den Käfer in 10—15jährigen Larchen.

Köppen (56) berichtet, daß „er (*chalcographus*) im Jahre 1860, in der Umgegend St. Petersburgs, verschiedenen in unseren Parkanlagen angepflanzten Nadelholzarten verderblich wurde, namentlich der *Abies sibirica*, *Pinus Cembra* und *Pinus Strobus*“.

Nördlinger (61) hat *chalcographus* an Tanne, Föhre, Lärche, Weymouthskiefer und Arve gefunden.

Fuchs (37) „fand ihn in Fichte, Föhre, Lärche, Weymouthskiefer. Letztere fand ich in einer 12jährigen Kultur in den Karawanken stark von *Agaricus melleus* befallen, vom Rehbock gefegt und einmal von einer alten Rehgeiß nach Art des Hochwildes geschält. An diesen Weymouthskiefern siedelten sich am Wurzelknoten *Pissodes notatus* F., am Stamm *chalcographus* an und weiter oben *micrographus*. Bei diesen wohnte auch *pusillus*“.

1906 berichtet Eggers (32) über eine Arbeit von Maceira, Schädlinge der Korceiche. Danach sollen auch Eichenzweige mit Gängen gefunden worden sein, die von *chalcographus* und *destructor* angelegt waren. Doch hält es Eggers für fraglich, „ob es sich um die angegebenen Arten handelt, denn die beigegebenen Abbildungen der Käfer sind so undeutlich, daß aus ihnen nichts entnommen werden kann. Unter *chalcographus* möchte ich eher den *Taphrorhynchus villifrons* Duf. vermuten, der in Frankreich an Eiche lebt“.

Durch Zusammenfassen der im Schrifttum verstreuten Nachrichten über gelegentliches Vorkommen der Borkenkäfer an anderen Holzarten als an ihren Hauptfraßbäumen versuchte zuerst Wachtl 1876 (87) ein Bild über die Nahrungspflanzen der Tomiciden zu geben. Dem damaligen Wissen entsprechend läßt er *chalcographus* nur an Fichte, Tanne und Bergkiefer fressen. In seinem 1895 erschienenen Werk über die „krummsähnigen europäischen Borkenkäfer“ (88) gibt Wachtl eine erschöpfende Aufzählung der bis dahin beobachteten Fraßbäume des Kupferstechers. 1907 veröffentlichte Trédl (84) eine Zusammenstellung der Nahrungspflanzen der Borkenkäfer. Hinsichtlich des Kupferstechers weist sein Verzeichnis keine Vergrößerung gegenüber dem von Wachtl auf. Nur im Nachtrag führt er als neuerdings beobachtete Fraßbäume *Picea omorica* und *Pinus leucodermis* an. Die 1908 erschienene Arbeit von Kleine (48) gibt Käfer und Fraßbäume nur nach Gattungen, nicht nach Arten an.

Zusammenfassend ergibt sich für *P. chalcographus*:

Hauptfraßbaum *Picea excelsa*.

Gelegentlich aufgesuchte Bäume:

<i>Pinus silvestris</i>	(Nördlinger, Wachtl, Fuchs)
<i>Pinus montana</i>	(Ratzeburg, Wachtl)
<i>Pinus nigricans</i>	(Meier, Wachtl)
<i>Pinus Strobus</i>	(Meier, Köppen, Nördlinger, Wachtl, Fuchs)
<i>Pinus Cembra</i>	(Köppen, Nördlinger)
<i>Pinus leucodermis</i>	(nach Trédl)
<i>Larix europaea</i>	(Henschel, Nördlinger, Fuchs)
<i>Abies pectinata</i>	(Nördlinger, Wachtl)
<i>Abies sibirica</i>	(Köppen)
<i>Picea omorica</i>	(nach Trédl).

#### ß) Art des Befalls.

Ein Fraß von *chalcographus* in einer Kultur ist nur ein einziges Mal bekannt geworden. Henschel (44) berichtet von einem Fall, wo eine 8—12jährige Fichtenkultur, die durch *Aecidium abietinum* geschwächt war, von *P. chalcographus* befallen wurde. Häufiger findet man in der Literatur die Angabe, daß er in Stangenhölzern gefunden wurde, in denen er am ganzen Stamm ohne Bevorzugung einzelner Teile fraß. Nur selten aber geschieht es, daß *P. chalcographus* stärkere Fichten von der Spitze bis zum Wurzelanlauf befällt. Verf. kennt nur drei solcher Fälle: Ratzeburg (71, S. 192) sah derartig befallene Stämme am Einersberge; weiterhin berichtet Escherich in seinen „Forstinsekten“ von einem „60- bis 80jährigen Bestand im Bienwald (Rheinpfalz), der längere Jahre unter *Nematus*-Fraß zu leiden hatte, schwer geschädigt und zum größeren Teile vernichtet war. Die Bäume waren von oben bis unten dicht mit *chalcographus*-Fraßbildern besetzt“. Schließlich sah, nach mündlicher Mitteilung,

Herr Förster Braatz kurz nach dem Kriege im Heiligenstädter Stadtforst Stangen- und Altholz ausschließlich von *chalcographus* befallen.

In weitaus den meisten Fällen kommt der Kupferstecher an stärkeren Stämmen nicht allein, sondern in Gesellschaft mit dem größeren *Ips typographus* vor. Man findet dann *typographus* am unteren Teil des Stammes, während *chalcographus* in den Wipfelpartien frißt. Es erhebt sich nun die Frage, ob in dieser Aufteilung des Stammes zwischen den beiden Käfern irgend eine Gesetzmäßigkeit besteht. Gibt es irgendwelche, bestimmte Grenzen, innerhalb deren der Befall am Fichtenstamm erfolgt? Vielleicht gibt das forstentomologische Schrifttum darüber Auskunft.<sup>1)</sup>

Ratzeburg schreibt 1839 über *typographus*: „Am liebsten fliegen sie die Bäume in ansehnlicher Höhe an, gewöhnlich da, wo die untere Beästung anfängt oder auch am Gipfel“, und über *chalcographus*: „Er ist ein treuer Begleiter des *typographus*, teils mit ihm unter einer Rinde wohnend und zwischen seine Gänge sich ausbreitend, teils, und noch häufiger, nur die Spitze großer Bäume und ihre Äste suchend, oder endlich auch starke Fichten von oben bis unten allein bewohnend“. Also: Befall von *typographus* in ziemlicher Höhe, dicht unter der Krone; *chalcographus* bewohnt am liebsten die Spitze, findet sich aber auch am übrigen Stamm, manchmal sogar ohne den Buchdrucker.

Enger beschränken Eichhoff und Altum das Gebiet der beiden Käfer: „Mit *typographus* bewohnt er (*chalcographus*) häufig dieselben Bäume. Während jedoch jener mehr die tiefer gelegenen, dickborkigen Stammteile bewohnt, haust *chalcographus* hauptsächlich in den höheren Stammportionen und Ästen“ (Eichhoff). „An alten Bäumen hält *chalcographus* die obere Region der Spiegelrinde sowohl am Stamm als an den stärkeren Ästen inne. Die untere Region des *typographus* und die obere des *chalcographus* zeigen meist eine scharfe Grenze. Verhältnismäßig selten finden sich hier beide Arten gemischt“ (Altum). Also: *typographus* in der Region der dickborkigen, *chalcographus* in der Region der Spiegelrinde; die Grenze zwischen beiden meist scharf ausgeprägt.

Ritzema Bos (76) gibt dieselbe Definition; er hält jedoch nicht an der scharfen Grenze fest, sondern meint: „Doch findet man auch wohl die Gänge beider Arten nebeneinander.“ Er nähert sich also der Ratzeburgschen Ansicht.

Judeich-Nitsche bringen nichts neues, außer daß *typographus* auch an Fichtenästen gefunden wurde.

Barbey (27) läßt *chalcographus* häufiger unter dünner als unter dicker Rinde fressen.

<sup>1)</sup> Es muß im folgenden auch auf den Befall von *typographus* etwas näher eingegangen werden, da bei dem engen Zusammenleben beider Käfer eine Nichtberücksichtigung des Buchdruckers und einseitige Beschreibung des Befalls von *chalcographus* unmöglich ist.

Genaueres über den Befall von *typographus* bringt Nüßlin 1905 (63). Die große Borkenkäferkalamität in Herrenwies und Pfullendorf wurde fast ausschließlich von *Ips typographus* hervorgerufen; *chalcographus* war sehr selten. Daher konnte Nüßlin keine Beobachtung über das Zusammenleben der beiden uns hier interessierenden Käfer machen, sondern nur über den Befall des Buchdruckers allein. Am 6. August fand er an Windfallfichten Einbohrungen in  $\frac{2}{3}$  der Stammhöhe. „Am 4. August gefällt Stämme, die in Bruthöhe schon junge Muttergänge gezeigt hatten, ließen im obereren Teil des Stammes nahezu halbwüchsige Larven erkennen, ein Stadium, das zu seiner Entwicklung etwa 20 Tage gebraucht hat. — Der Anflug hat eben im oberen Teil des Stammes begonnen und war innerhalb nahezu zweier Wochen allmählich herabgerückt.“ „Am 28. August gefällt Stämme enthielten unten noch Puppen, darüber Jungkäfer, nach oben hatte schon mehr oder weniger ausgedehnter Ausflug stattgefunden.“ „Es wurde normal in Pfullendorf die dominierende Fichte in  $\frac{4}{5}$  oder  $\frac{5}{6}$  ihrer Stammhöhe, und zwar von oben nach unten fortschreitend, von *typographus* angefliegen. (Wie schon erwähnt, fehlten die Liebhaber der Krone, vor allem *chalcographus* und *amelinus*, nahezu vollständig.) Das oberste Gipfelstück blieb zunächst verschont. Es wurde meist erst dann von *typographus*, und zwar in umgekehrter Reihenfolge, von unten nach oben fortschreitend, befallen, wenn die oberen Baumteile schon unter dem Einfluß des Hauptbesatzes saftstockend geworden waren.“ 1906 sagt Nüßlin (61): „Der Anflug von *typographus* begann oben am Kronenansatz und rückte allmählich nach unten weiter, und zwar am Einzelstamm mit einer zeitlichen Differenz von etwa 12—14 Tagen.“ Nüßlin versucht es erstmalig, den Angriffspunkt am Stamm zahlenmäßig zu erfassen: Befall des Buchdruckers in einmal  $\frac{2}{3}$ , ein anderes Mal  $\frac{1}{5}$  und  $\frac{5}{6}$  der Stammhöhe; Fortschreiten des Befalls nach unten, erst später nach oben.

Fuchs (38): „Bei *typographus* geschieht der Anflug zuerst etwas unter der Krone und schreitet von da nach oben und unten fort.“

Kolmodin (55) fand, daß der Fichtenborkenkäfer den Baum in sehr verschiedener Höhe angreift, bisweilen nahe der Basis, bisweilen hoch in der Krone. Eine Regelmäßigkeit war nicht festzustellen, und Kolmodin ist der Meinung, daß es auf klimatischen Verhältnissen beruht, ob die Käfer höher oder niedriger angreifen, da sie bei warmem Wetter höher fliegen als bei kühlem.

Schließlich findet sich noch bei Seitner (80) die Bemerkung, daß der Befall von *typographus* in der Mitte des Stammes am dichtesten zu sein pflegt.

Im weiteren Schrifttum ist nichts Wesentliches weiter über die Art des Befalls zu finden. In der neueren Forstschutzliteratur (Wimmer 1924, Beck-Hausrath 1925, Heß-Beck 1927) werden dem Kupferstecher stets die dünnrindigen Stammteile zugewiesen. Fassen wir die



oben angestellten Literaturangaben zusammen, so ergibt sich folgendes Bild: *Ips typographus* bevorzugt die dickborkigen Stammteile. Über die Stelle seines ersten Anflugs herrschen zwei Meinungen: der Befall geschieht dicht unterhalb der Krone und rückt von dort nach unten und oben (Nüßlin), bzw. nach oben und unten (Fuchs) weiter; dagegen ist Kolmodin der Ansicht, der Befall erfolge regellos. *P. chalcographus* fliegt die Spitze des Baumes, die Region der Spiegelrinde an. Die Grenze zwischen beiden ist scharf ausgeprägt (Eichhoff, Altum), oder aber verwischt.

Die beste Begrenzung scheint diejenige zu sein, die *chalcographus* die Stammteile mit Spiegelrinde, *typographus* die unteren Stammteile mit der dicken Borke zuweist. Spiegelrinde zeigt eine glatte, gleichsam spiegelnde Oberfläche, während borkige Rinde rissig oder schuppig abblättern ist. Die Fichte hat Schuppenborke. Es fragt sich nun, wo am Stamm Spiegelrinde und wo Borke zu finden ist. Bei nahezu allen Fichten ist der Wurzelansatz verborkt. Die Höhe, bis zu welcher die borkige Rinde hinaufreicht, kann sehr verschieden sein. Sie hängt nicht ab von Höhe und Dicke des Baumes. Einige Messungen an wahllos herausgegriffenen Bäumen des Distrikts 20 der Oberförsterei Gahrenberg ergaben die Werte der Tabelle 23. Die Fichten waren gesund, doch läßt sich ohne weiteres annehmen, daß sie von Borkenkäfern befallen werden können; bei für den Befall günstigen Bedingungen kann jeder Baum von Käfern angeflogen werden. Bei manchen Bäumen reicht die Borke nicht hoch über den Erdboden, bei andern bedeckt sie beinahe den ganzen Stamm. Irgend eine Regelmäßigkeit ist nicht aufzufinden. Hiernach steht die Anschauung von Eichhof, Altum u. a., daß *typographus* die dickborkigen Stammteile bewohnt, in unvereinbarem Gegensatz zu den Beobachtungen von Ratzeburg, Nüßlin und Fuchs, die den Buchdrucker dicht unterhalb der Krone anfliegen lassen. Meist ist dicht unterhalb der Krone keine Borke mehr. Wir werden zu prüfen haben, welche Anschauung die richtige ist.

Tabelle 23.

Brusthöhendurchmesser	Höhe der Verborkung
in cm	in m
30	2,8
35	12,6
28	1,9
44	0,8
39	10,5
38	11,2
50	1,2

Barbey gibt an, daß *typographus* unter der dicken, *chalcographus* unter der dünnen Rinde frißt, und auch Escherich ist der Ansicht, daß *chalcographus* die dünne Rinde bevorzugt. Die Fichtenrinde ist an

sich dünn, und es ist fraglich, ob solche Unterschiede bezüglich der Rindendicke in den verschiedenen Regionen des Stammes bestehen, daß man von „dünner“ und „dicker“ Rinde sprechen kann. In Tabelle 24 sind Durchmesser und Rindendicke eines vom Verf. in der Oberförsterei Kattenbühl aufgenommenen Stammes in Abständen von je 2 m dargestellt. Offenbar sind die Dickenunterschiede in der Rinde äußerst gering. Es dürfte unmöglich sein, irgendwo am Stamm die Grenze zwischen dicker und dünner Rinde zu ziehen. Anders ist es bei der Kiefer, an der Trägårdh (83) schöne Zusammenhänge zwischen Rindendicke und Zahl der Muttergänge und Fluglöcher von *Hylesinus piniperda* auffinden konnte. Bei der Fichte ist eine Anwendung der Rindendicke als Kriterium für die Befallsgrenze nicht möglich.

Tabelle 24.

Höhe der Meßstelle in m	Durchmesser des Stammes in cm	Dicke der Rinde in mm
2	24,5	5,2
4	22,6	5,3
6	21,9	5,5
8	21,3	6,2
10	20,3	5,7
12	19,1	5,3
14	18,2	5,8
16	16,0	4,5
18	13,7	4,5
20	11,8	4,7
22	8,9	4,5
24	5,4	3,8

Es ließe sich schließlich prüfen, ob sich der Befall nach einer bestimmten Stammdurchmesserzahl richtet.

Zu diesem Zweck wurden zu Anfang des Jahres 1926 in vier Distrikten der Oberförsterei Gahrenberg insgesamt 50 gefällte und entrindete, von Borkenkäfern befallene Stämme untersucht. Gemessen wurden Länge und Mittendurchmesser des Stammes, der Durchmesser der oberen und unteren Grenze des *chalcographus*- und *typographus*-Befalles, sowie der Bodenabstand des *typographus*-Gebietes und die Entfernung der oberen Grenze des *typographus*-Befalls von der unteren Grenze des *chalcographus*-Befalls. Vereinzelte Fraßfiguren, die ohne Zusammenhang mit anderen in ziemlicher Entfernung von dem geschlossenen Befallsgebiet standen, wurden nicht berücksichtigt. Als Grenze wurde diejenige Stelle angesehen, an welcher der Beginn des Befallsgebietes sich durch mehrere beieinanderliegende Fraßfiguren darstellte. Da die Zöpfe abgeschnitten und zum größten Teil entfernt waren, ließ sich nur selten die obere Grenze des *chalcographus*-Gebietes feststellen. Aus demselben Grunde

war nicht immer die obere Grenze des *typographus*-Befalls sichtbar. So ist die Tabelle 25, die das Ergebnis dieser Messungen darstellt, zum Teil lückenhaft.

Im Frühjahr 1927 sollten in denselben Distrikten weitere Messungen an neu befallenen Stämmen vorgenommen werden. Leider standen Verf. nur 6 befallene, im Winter 1926/27 gefällte Fichten zur Verfügung. Den 50 Messungen des Vorjahres konnten also nur 6 neue Untersuchungen angefügt werden, deren Ergebnisse ebenfalls in Tabelle 25 dargestellt sind.

Abgesehen von der geringen Anzahl läßt sich gegen die Messungen der Einwand erheben, daß sie keine Allgemeingültigkeit besitzen, da sie nur an einer eng begrenzten Stelle aufgenommen sind. Um diesem Übelstande abzuhelpen, sandte ich während des Winters 1926/27, den ich in Köln verbrachte, an 16 Oberförstereien des Rheinlands Fragebogen, um Aufschluß darüber zu erhalten, in welchen Revieren ich meine Messungen fortsetzen konnte. Sämtliche Reviervorwalter, an die ich mich gewandt hatte, besaßen die große Liebenswürdigkeit, mir in eingehender Weise zu antworten. Leider stellte es sich heraus, daß keine der Oberförstereien unter Borkenkäferfraß zu leiden hatte. So war der Versuch, die Messungen auf eine breitere Grundlage zu stellen, mißlungen. Vorläufig sind also die im folgenden dargestellten Ergebnisse nicht zu verallgemeinern.

Die untere Grenze des *typographus*-Befalls ließ sich mit wenigen Ausnahmen, bei denen das untere Stammende abgeschnitten war, überall feststellen. Der Durchmesser wurde im allgemeinen nicht gemessen, sondern der Bodenabstand des Fraßgebietes; nur in dem Falle, daß der Bodenabstand sehr groß war, wurde die Grenze in der Durchmesserzahl ausgedrückt. Man erkennt, daß die Zahlen die größte Verschiedenheit besitzen; der Bodenabstand steigt von 0 auf 850 cm. Dazwischen sind alle möglichen Übergänge.

Ähnliches zeigt die obere Grenze. In vielen Fällen gar nicht meßbar, da sie in dem abgeschnittenen Zopfe liegt, schrumpft sie in der Tabelle auf 5,5 cm Durchmesser zusammen. Dies bedeutet, daß *typographus* an keine Grenze gebunden ist; sein Fraßgebiet reicht vom Fuß des Stammes bis in seine Spitze. Je nach der Stärke des Befalls ist der Schaft in seiner Gesamtlänge mit Fraßfiguren bedeckt, oder er zeigt nur in seiner Mitte weniger dicht aneinanderliegende Fraßbilder. Letztere Fälle eignen sich zur Feststellung der ersten Anflugstelle. Da der Käfer nach Fuchs den Baum in ziemlicher Höhe befällt und sich von hier aus nach oben und unten ausbreitet, kann man bei schwach befallenen Stämmen den Beginn des Fraßes ungefähr in der Mitte zwischen oberer und unterer Grenze annehmen. Je näher diese aneinander liegen, desto genauer ist das Resultat. Nüßlin beobachtete, daß der Käfer sich nach unten, und erst viel später nach oben ausbreitete; in diesem Fall würde die obere Anflugstelle nicht in der Mitte zwischen oberer und unterer Grenze liegen, sondern nach ersterer hingerückt sein. Auch hier

Datum der Messungen	Distrikt	Höhe über NN	Alter des Bestandes	Nr.	Länge in m	Mitteldurchmesser in cm	Ips typographus Durchmesser der unteren Grenze in cm	Ips typographus Durchmesser der oberen Grenze in cm	P. chalcographus Durchmesser der unteren Grenze in cm	P. chalcographus Durchmesser der oberen Grenze in cm	Bodenabstand von typographus in cm	Entfernung erwachsenen typographus und chalcographus in cm	Bemerkungen
19. II. 26	27	ca. 300 m	ca. 40 j.	1	20	20	30,5	19,0			40		chalc. fehlt.
				2	10	13	17,0	9,5	12,0		0	— 125	
				3	20	19	28,5	7,5	14,5	2,0	0	— 280	
				4	19	24			14,5		150		
				5	14	15			12,0		30	— 95	
				6	17	20	18,5		13,0	3,0	650		
				7	10	17	22,5			3,0			
				8	11,5	11		8,5	8,5		0	0	
				9	10,5	11		9,0	9,0		0	0	
				10	10	12		9,0	9,5		0	— 40	
22. IV. 26	40	ca. 300 m	73 j.	11	9	14	17,5	12,5			120		chalc. fehlt.
				12	13	17		5,5	9,0	1,5	55		
				13	16	18			14,5		90		
				14	16	16		9,5	10,0	2,0	35	— 30	
				15	14	18		6,5	8,5		50		
23. IV. 26				16	15	14		8,5	11,0	2,0	35	— 200	
				17	14	15		10,5	10,5		50	0	
				18	16	16			11,5		45		
				19	18	20		13,0	16,0		60	— 250	
				20	18	19			12,5		110		
				21	20	23			16,0		100		
				22	19	17			10,5		70		
				23	21	27	31,0	12,5			580		chalc. fehlt,
				24	16	14		11,0	12,5	2,0	60	— 200	wenig typ.,
24. IV. 26	20	ca. 260 m	92 j.	25	25	25			15,5		110		frischlineat.
				26	23	22			12,5				
				27	23	27	32,5	23,0			360		
				28	21	32		20,5			70		
				29	22	22		7,5	10,5		75		
				30	24	22			12,5		130		
				31	23	24	21,5	16,5	15,0			+ 130	bis 8,2 m
				32	23	24				2,0	100		autogr.
				33	23	25			17,0		160		
				34	19	18			10,5		70		
				35	20	19		17,0	12,5		120	+ 520	von 16,5—12,5 cm
26. IV. 26	44	ca. 200 m	ca. 70 j.	36	18	17			10,5		100		Durchm. polygr.
				37	25	23	25,5		21,0		830		bis 25,5 cm
				38	20	21			15,0				Durchm.
				39	21	25			16,5		80		autogr.
				40	14	18		12,5					chalc. fehlt.
				41	22	25		20,5			120		" "
				42	18	17		13,0			130		" "
				43	18	21		13,0	21,0		0	— 690	
				44	18	19			18,0		0		
				45	22	24			10,5		0		
				46	20	26			22,0		0		
				47	21	19			14,5		80		
				48	20	23			17,0				
				49	16	17	18,0		12,5				
				50	14	15	18,0		12,5				bis 18,0 cm
18 V. 27	20	ca. 260 m	93 j.	51	23	25			16,5				Durchm.
				52	21	22			17,0				autogr.
				53	23	22			14,0				
				54	24	31			16,5				
				55	25	30			20,0				
				56	21	22			18,5				

ist das Ergebnis umso genauer, je kleiner das Befallsgebiet ist. Leider lagen nur 7 solcher, in geringerem Maße befallener Bäume vor; somit können die errechneten Zahlen keinen Anspruch auf unbedingte Richtigkeit machen. Um ein besseres Bild zu erhalten, müßte weit mehr Material beschafft werden.

Tabelle 26.

Nr. der Tabelle 25	Untere                      Obere Grenze des typographus-Befalls in cm d. Durchmessers		Arithm. Mittel der unteren und oberen Grenze	Mitten- durchmesser des Stammes in cm
2	17,0	9,5	13,25	13
11	17,5	12,5	15,0	14
3	28,5	17,5	18,0	19
1	30,5	19,0	24,75	20
31	21,5	16,5	19,0	24
23	31,0	12,5	21,75	27
27	32,5	23,0	27,75	27

In Tabelle 26 sind die Zahlen der 7 weniger befallene Bäumen zusammengestellt, und zwar die Durchmesser der oberen und unteren Befallsgrenze, ihr arithmetisches Mittel und der Mittendurchmesser des Stammes. Letztere sind in aufsteigender Reihe geordnet. Sie sind mit den zugehörigen arithmetischen Mitteln der unteren und oberen Grenze

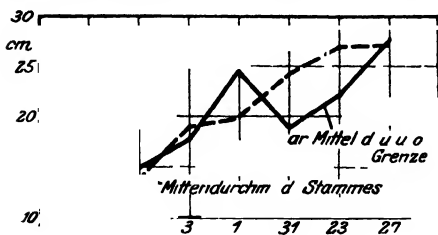


Abb. 11.

in Abb. 14 graphisch dargestellt. Wir erkennen, daß ein Größerwerden des Mittendurchmessers des Stammes ein Wachsen des Durchmessers in der Mitte des Befallsgebietes zur Folge hat. Weiter ist ersichtlich, daß im Durchschnitt der Stammittendurchmesser mit dem arithmetischen Mittel der unteren

und oberen Grenze zusammenfällt. Wenn der Befall derart vor sich geht, wie Fuchs es darstellt, wenn also vom ersten Angriffspunkt ein gleichmäßiges Vorrücken nach oben und unten erfolgt, so wird durch die wenigen Zahlen die Beobachtung von Ratzeburg, daß der Käfer in ziemlicher Höhe anfliegt, sowie die genaueren Bezeichnungen von Fuchs, Wimmer (90) und Heß-Beck (46) bestätigt, daß der Fraß in der Mitte des Schaftes beginnt. Geht man von den Beobachtungen Nüßlins aus, der den Fraß nach unten und erst weit später nach oben sich erweitern läßt, so ist aus obiger Darstellung zu folgern, daß der erste Käfer oberhalb der Stammitte anfliegt. Auf diese Weise würde also die Feststellung Nüßlins bestätigt, daß der erste Befall in  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{4}{5}$  oder  $\frac{5}{6}$  der Stammhöhe erfolgt.

Welche der beiden Voraussetzungen, die von Fuchs oder die von Nüßlin, die richtige ist, vermag ich nicht zu entscheiden, da mir nie die Gelegenheit geboten wurde, den Anflug von *typographus* in größerer Menge im Freien zu beobachten. Die Angaben Nüßlins haben den Vorzug, auf zahlreiche Beobachtungen während einer Borkenkäferkalamität gestützt zu sein; doch brachte vielleicht das nahezu vollständige Fehlen von *chalcographus* eine Änderung in den Anflugsverhältnissen mit sich, so daß sich der Befall anders als gewöhnlich gestaltete. Eine Prüfung dieser Frage läßt sich am leichtesten bei einer Massenvermehrung des Käfers vornehmen.

Am umfangreichsten ist das Zahlenmaterial über die untere Grenze des *chalcographus*-Befalls. Von 56 Stämmen konnte sie an 46 ermittelt werden. Bei 6 Stämmen fehlte *chalcographus*, und beim Rest verhinderten irgendwelche sonstigen Umstände ihre Erkennung. In Tabelle 27 sind die Grenzzahlen in aufsteigender Reihenfolge, die Mittendurchmesser und

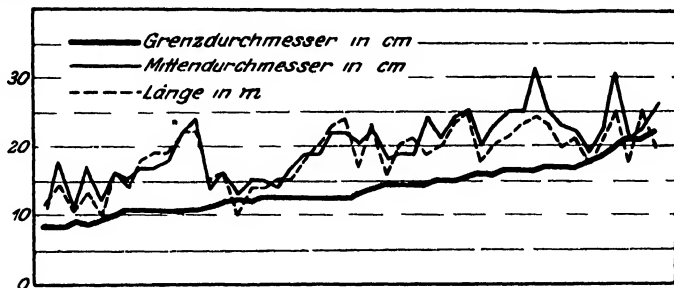


Abb. 15.

Längen der entsprechenden Stämme zusammengestellt. Die Zahlen bewegen sich in viel engeren Grenzen als die von *typographus*. Das Minimum beträgt 8,5, das Maximum 22,0 cm.

Es wäre denkbar, daß die Werte innerhalb des Spielraumes von 8,5—22,0 cm bedingt werden von äußeren Umständen. Es kämen in Betracht die Beschaffenheit der Rinde sowie Höhe und Mittendurchmesser des befallenen Baumes: Daß die Rinde, sowohl bezüglich ihrer Verborkung als auch ihrer Dicke, keine Rolle spielen kann, wurde oben auf S. 388 u. 389 nachgewiesen. Es blieben also Höhe und Mittendurchmesser des Stammes übrig. Der Gedanke ist nicht von der Hand zu weisen, daß *chalcographus* schwächere Hölzer in anderer Weise anfliegt als stärkere. Aus Tabelle 27 ist wenig zu ersehen, da sie wegen ihrer Länge zu unübersichtlich ist. Daher wurde sie in graphische Darstellung übertragen. Abb. 15. Wir sehen langsam ansteigend die Kurve der Grenzzahlen. Die Kurve der Mittendurchmesser und die der Länge begleiten die Grenzwertkurve bei niedrigen Zahlen beginnend zu höheren Werten. Obwohl sie fortwährend bald nach unten, bald nach oben ausbiegen, ist ihre Tendenz deutlich von links nach rechts steigend. Die Unregelmäßigkeit der Mitten-

Tabelle 27.

Durchmesser der unteren Grenze in cm	Mittendurch- messer des Stammes in cm	Länge des Stammes in m	Durchmesser der unteren Grenze in cm	Mittendurch- messer des Stammes in cm	Länge des Stammes in m
8,5	11	11,5	13,0	20	17
8,5	18	14	14,0	22	23
9,0	11	10,5	14,5	18	16
9,0	17	13	14,5	19	20
9,5	12	10	14,5	19	21
10,0	16	16	14,5	24	19
10,5	15	14	15,0	21	20
10,5	17	18	15,0	24	23
10,5	17	19	15,5	25	25
10,5	18	19	16,0	20	18
10,5	22	22	16,0	23	20
10,5	24	22	16,5	25	21
11,0	14	15	16,5	25	23
11,5	16	16	16,5	31	24
12,0	13	10	17,0	25	23
12,0	15	14	17,0	23	20
12,5	15	14	17,0	22	21
12,5	14	16	18,0	19	18
12,5	17	16	18,5	22	21
12,5	19	18	20,0	30	25
12,5	19	20	21,0	21	18
12,5	22	23	21,0	23	25
12,5	22	24	22,0	26	20

durchmesserkurve sowie der Höhenkurve mag teilweise ihren Grund darin haben, daß nicht die ganzen Bäume gemessen wurden, sondern nur die auf dem Boden liegenden, aufgearbeiteten Stämme. Die Zöpfe waren abgeschnitten und zum Teil nicht mehr vorhanden. Es wurde also niemals die wahre Länge des Baumes, und der ihr entsprechende Mittendurchmesser gemessen, sondern nur die des aufgearbeiteten Stammes. Wenn ein relativ stets gleichlanger Zopf abgeschnitten wäre, würde dieser Umstand ohne Bedeutung sein. Da dies nicht der Fall ist, gelangt man, wenn man die Zahlen in Beziehung zueinander setzt, zu unrichtigen, nur angenäherten Werten.

Trotz dieser Verwirrung der wahren Verhältnisse bleibt die Tendenz sichtbar: mit dem Steigen der Länge und des Mittendurchmessers erfolgt ein Größerwerden des Durchmessers der unteren Befallgrenze von *P. chalcographus*. Es besteht eine positive Korrelation zwischen dem Durchmesser der unteren Befallsgrenze einerseits und der Länge und dem Mittendurchmesser des befallenen Stammes andererseits.

X. Mittendurchmesser des befallenen Stammes in cm:	Y. Untere Befallsgrenze in cm:									Summe
	8	10	12	14	16	18	20	22	24	
9		3								3 8 14 14 5 2 X- Reihe
13			4	4						
17										
21		2	3	4	3	1	1			
25			2	2	4	3	1	2		
29					1	3			1	
33						1		1		
Summe:	5	9	10	8	8	2	3	1		
Y-Reihe										

Um die Größe dieser offenbar bestehenden Korrelationen zahlenmäßig zu erfassen, wurde eine Korrelationstabelle aufgestellt<sup>1)</sup>. Als supponierte oder X-Eigenschaft wurde der Stammmittendurchmesser genommen, da seine Genauigkeit durch das Abschneiden des Zopfes nicht derart gelitten hat, wie die der Höhe; angenommen, der obere Teil des Stammes sei um 4 m verkürzt worden, so ist die Stammlänge um 4 m zu niedrig gemessen, der wahre Mittendurchmesser aber hätte nur 2 m oberhalb des gemessenen Mittendurchmessers gelegen. Die Tabelle enthält die supponierte Eigenschaft in der linken, vertikalen Reihe in Klassen von 4 cm. Die relative oder Y-Eigenschaft, d. h. der Durchmesser der unteren Befallsgrenze, ist in der oberen, wagerechten Reihe in Klassen von 2 cm aufgezeichnet. Das mittlere Rechteck enthält die Anzahl der Varianten, die den einzelnen X- und Y-Eigenschaften entsprechen. Die Summe dieser Varianten ergibt rechts die Variationsreihe der Mittendurchmesser, unter die Variationsreihe der Grenzdurchmesser.

An der Hand dieser Tabelle wurde als Maß der Korrelation der Korrelationskoeffizient  $r$  nach der Bravais'schen Formel berechnet.

$$r = \frac{\sum p_x a_y}{n \cdot q_x q_y}$$

Der Zähler errechnet sich aus der Gleichung:

$$\sum p_x a_y = \sum p_x a_y - n b_x b_y.$$

<sup>1)</sup> Die folgenden Berechnungen sind nach Johannsen, Elemente der exakten Erbliehkeitslehre, Jena 1913, ausgeführt.



Es bedeuten  $p$  die Anzahl der Varianten einer Klasse,  $a$  die Abweichung der Varianten von der Klasse  $A$ , die wahrscheinlich den Mittelwert  $M$  enthält,  $n$  die Gesamtzahl der Varianten. Ferner ist

$$r = \pm \sqrt{\frac{\sum pa^2}{n} - b^2}$$

Nach Einsetzen der entsprechenden Werte in die Formeln ergab sich:

$$r = + 0,704.$$

Der Korrelationskoeffizient  $r$  schwankt zwischen 0 und  $\pm 1$ ; hat er den Wert 0, so liegt keine, hat er den Wert  $\pm 1$ , so liegt vollkommene Korrelation vor. In Anbetracht der geringen Anzahl von Messungen erscheint der Korrelationskoeffizient  $r = + 0,704$  erstaunlich hoch. Die Korrelation zwischen dem Mittendurchmesser des Stammes und der unteren Befallsgrenze ist demnach ziemlich stark.

Als letztes bliebe übrig, eine Gleichung aufzustellen, mittels der sich aus dem gegebenen Stammittendurchmesser die wahrscheinliche untere Grenze des *chalcographus*-Befalls errechnen ließe. Für diesen Zweck ist jedoch die Zahl der untersuchten Stämme viel zu gering. Solange nicht weitere, umfangreiche Messungen ermöglicht werden, kann an die Lösung dieser Aufgabe nicht geschritten werden. —

Für die obere Grenze des *chalcographus*-Befalls konnten nur 9 Werte durch Nachschneiden der Rinde am Zopf ermittelt werden. Aber diese wenigen Zahlen geben schon ein klares Bild. Ihr Unterschied von 1,5 cm bis 3 cm ist so gering, daß man unbedenklich einen Durchmesser von ungefähr 2 cm als obere Grenze des *chalcographus*-Befalls ansehen kann.

Nachdem die Grenzen des Befallsgebietes sowohl von *Ips typographus* als auch von *P. chalcographus* festgestellt sind, bleibt noch die Frage offen, wie es sich an der Stelle verhält, wo die beiden Käfer zusammenstoßen. Altum und Eichhoff erklärten: in der Mehrzahl aller Fälle ist die Grenze zwischen beiden scharf ausgeprägt. Hier ist für unser Material unbedingt zu widersprechen. Von 56 Stämmen zeigen nur 2 eine einigermaßen scharfe Grenze zwischen den beiden Befallsgebieten (Nr. 8 und 9 der Tab. 25). Bei der Mehrzahl der Bäume greifen die Gebiete übereinander, nur ein geringer, schwach befallener Teil weist ein käferleeres Stück zwischen beiden auf (Nr. 31 und 35 der Tab. 25). Im Fall des Übereinandergreifens sind die Abstandszahlen in Tab. 25 mit negativem Vorzeichen versehen. Daß eine scharfe Grenze sich im allgemeinen nicht bildet, geht schon aus der Tatsache hervor, daß *typographus* seine Fraßfiguren weit in den Wipfel hinein — bei unseren Zahlen bis zu einem Durchmesser von 5,5 cm — verlegen kann. —

Aus den in der Oberförsterei Gahrenberg vorgenommenen Messungen ergibt sich also für die Art des Befalls von *Ips typographus* und *P. chalcographus*.

1. *Ips typographus* fliegt die Fichte zuerst unter der Krone, vielleicht in der Mitte des Stammes, vielleicht etwas höher an; von hier aus breitet sich sein Fraßgebiet nach unten und oben aus. Eine Bevorzugung der dickborkigen Teile kommt nicht in Frage, da diese sich bei vielen Stämmen nur wenig über die Bodenoberfläche erheben. Der Befall ist an keine Grenzen gebunden; er reicht vom Fuß des Stammes bis in die Spitze.

2. Die ausschließliche Zuweisung der Spiegelrindenregion an *P. chalcographus* kann als besonderes Kriterium nicht aufrecht erhalten werden, da *typographus* den größeren Teil seines Gebietes ebenfalls dorthin verlegen kann. Der *chalcographus*-Befall geschah innerhalb des Stammteils zwischen den Durchmesser 8,5—22 cm und 2 cm. Der untere Grenzdurchmesser wächst beim Größerwerden der Längen- und Mitteldurchmesserzahl des Stammes.

3. Eine scharf ausgeprägte Grenze zwischen *chalcographus*- und *typographus*-Gebiet am selben Stamm besteht nicht; gewöhnlich greifen beide übereinander.

#### d) Anlegen der Rammelkammer.

Während bei den monogamen Arten das Weibchen den Eingang zur späteren Brutstätte bohrt, fällt bei den polygamen Arten, zu denen ja auch *P. chalcographus* gerechnet wird, dem Männchen die Aufgabe zu, Einbohrloch und Rammelkammer anzulegen. Zu diesem Zweck sucht es sich Stellen aus, die ihm ein möglichst schnelles Einbohren bei geringstem Kräfteaufwand ermöglichen. Es sind dies einerseits dünne Rindenstellen; gern bohren sich die Käfer unter Rindenschuppen ein, die den Eingang des Brutraumes vor Witterungseinflüssen schützen und vor Feinden verbergen. Andererseits werden beim Einbohren beschädigte Rindenstellen bevorzugt. Bei den Zuchten des Verf. bohrten sich die Käfer sehr häufig an den Stirnseiten der Brutrolle zwischen Splint und Rinde ein, oder es wurden Beschädigungen, wie Sägeschnitte und dergl. benutzt.

Nach 1—2 Tagen ist die Rammelkammer fertig. Die Beendigung der Anlage des Hochzeitsraumes ist daran zu erkennen, daß nunmehr die Männchen, die bisher allein gearbeitet haben, sich anschicken Weibchen herbeizulocken. Es geschieht dies durch Herausstrecken des Absturzes aus dem Bohrloch. Wenn Verf. Zuchten anlegen wollte, so wurden zunächst nur Männchen an die Zuchtrolle gebracht; es war dann ein eigenartiges Bild, wenn nach ungefähr 2 Tagen aus jedem Bohrloch ein Absturz herausragte. Wahrscheinlich werden die Männchen dabei zur Herbeilockung der Weibchen einen Duft ausströmen; denn es ist nicht anzunehmen, das das Herausstrecken des Absturzes nur auf das Gesichtsorgan der Weibchen wirken soll.

Ein solches Herausstrecken des Absturzes wurde noch von Lindemann bei *Ips typographus* (58) und bei *Trypophloeus alni* Lindem. (57) beobachtet.

## 6. Begattung und Eiablage.

### a) Die Begattung.

Die Weibchen laufen emsig auf der Rinde hin und her und suchen nach Männchen. Haben sie ein solches, das seinen Absturz am Eingang zur Rammelkammer hinausstreckt, gefunden, so versuchen sie, in die Rammelkammer zu gelangen, indem sie mit dem Kopf auf den Absturz des Männchens drücken und sich in das Bohrloch hineinzwängen; das Männchen gibt etwas nach und läßt das Weibchen ein kleines Stück, vielleicht bis zum Ende des Thorax, eindringen. Doch dann bewegt es sich rückwärts und stößt das Weibchen wieder nach außen. Von neuem versucht das Weibchen, sich hineinzuzwängen, und wieder gibt das Männchen etwas nach, doch nur um das gleiche Spiel wie zuvor zu treiben und das Weibchen wieder hinauszudrängen. Dieses Hin und Her kann eine Weile dauern, bis schließlich das Männchen sich in die Rammelkammer zurückzieht und den Eingang freigibt; das Weibchen kriecht darauf sofort in das Bohrloch ein.

Um den Vorgang der Begattung sichtbar zu machen, wurde die erstmalig von Stilantjew (82) angegebene und später von Schewyrew (77) benutzte Methode in etwas abgeänderter Form angewandt. In einen Kopierrahmen, wie er für photographische Zwecke gebraucht wird, wurde zu oberst eine Glasscheibe gelegt, darunter mit der Innenschicht nach der Glasscheibe hin ein Stück frisch abgeschälter Fichtenrinde, in das mit einem scharfen Messer einige Rammelkammern geschnitten waren; die Bohrlöcher wurden mit einer dicken Nadel in die Rinde gestochen. In die Rammelkammern wurde ein Männchen mit einem oder zwei Weibchen gebracht. Unter der Rinde folgte ein schmales Holzbrettchen, das dort, wo in der Rinde die Bohrlöcher ausmündeten, mit Ausschnitten versehen war; den Abschluß bildete wiederum eine Glasscheibe. Die Ausschnitte in dem Brettchen hatten den Zweck, das aus den Bohrlöchern herausgeschaffte Bohrmehl aufzunehmen. So konnte von oben beobachtet werden, was innerhalb der Rammelkammer geschah, und von unten, wenn die Käfer etwa die Rammelkammer durch das Bohrloch verließen. Der Anordnung haftete nur der eine Mangel an, daß die Beobachtungen nicht längere Zeit hindurch ausgeführt werden konnten. Nach 3—4 Tagen war die Rinde derart ausgetrocknet, daß sie sich trotz des Druckes der Kopierrahmenfedern wölbte und den Käfern ein Entkommen aus der Rammelkammer bzw. den genagten Muttergängen ermöglichte. Um diesem Übelstande abzuhelpen, wurde der Kopierrahmen samt Inhalt in eine große Schale gesetzt, auf deren Boden sich eine kleinere Schale mit Wasser be-

fand; das Ganze wurde mit einer Glasscheibe zugedeckt. Die wasser-gesättigte Luft in der Glasschale verhinderte ein Austrocknen der Rinde. Dafür stellte sich aber ein neues Übel ein, der Schimmel. Jedoch gelang es auf diese Weise die Beobachtungen ungefähr eine Woche lang durch-zuführen.

Nach dem Einbringen in die künstliche Rammelkammer liefen die Käfer anfangs hin und her und begannen dann in einer Ecke zu nagen. Wahrscheinlich wird im Freien das in die Rammelkammer gelangte Weibchen sofort begattet; daß hier keine sofortige Kopulation erfolgte, mag seinen Grund in der den Käfern nicht passenden, von ungewohnter Lichtfülle durchfluteten Rammelkammer haben. Später konnten häufig

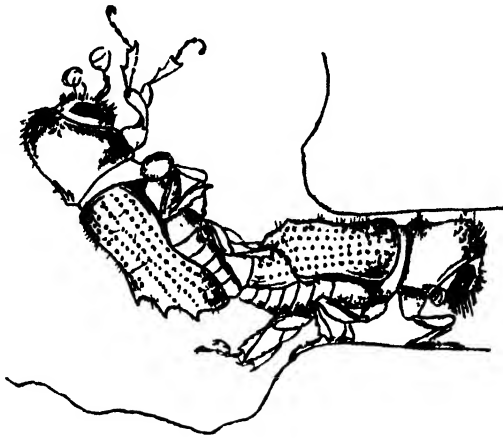


Abb. 16. *P. chalcographus* in Kopula.

Kopulationen beobachtet werden. Das Weibchen kriecht aus seinem Muttergang heraus und drängt sich mit dem Hinterende seines Abdomens an den Absturz des Männchens. Das Männchen führt dann sehr schnell seinen Penis in die Vagina des Weibchens ein. Beide Käfer liegen seitlich und zwar so, daß sie einen stumpfen Winkel miteinander bilden. Nach Schewyrew stehen Männchen und Weibchen von *Ecc. Ratzeburgi* und *Ips sexdentatus* bei der Begattung in einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander. Bei *P. chalcographus* ist dieser Winkel größer (s. Abb. 16). Während der Kopulation sind beide Käfer sehr unruhig, die Beine sind in ständiger Bewegung und Kopf und Fühler zittern fortwährend. Während des ganzen Aktes streicht das Männchen mit seinen Hinterbeinen das Abdomen des Weibchens. Ganz plötzlich lösen sich die Käfer voneinander, und das Weibchen kriecht wieder in seinen Muttergang. — Nicht immer sucht das Weibchen das Männchen auf. Häufig kriecht das Männchen in den Muttergang und reibt solange mit seinem Kopf den Absturz des

Weibchens, bis dieses dem vorangehenden Männchen folgend, den Gang verläßt. Doch folgt es ihm nicht ganz bis in die Rammelkammern, sondern bleibt am Ende seines Ganges stehen. Hier findet dann die Begattung statt (Abb. 16). Die Kopulationen dauern in der Regel 2—3 Minuten.

### b) Die Eiablage.

In den der Einfachheit halber quadratisch geschnittenen Rammelkammern begannen die Weibchen meist in den Ecken mit der Anlage des Mutterganges. Täglich wurde von den unter Glas arbeitenden Weibchen durchschnittlich 1,8 mm Gang genagt. Doch schwankte die Arbeitsleistung der einzelnen Weibchen in ziemlich weiten Grenzen. Der längste Gang, der in 7 Tagen geschaffen wurde, war 18,5 mm lang, der kürzeste 6,5 mm. Dies entspräche einem durchschnittlichen Fortschreiten des Ganges von täglich 2,6 bzw. 0,9 mm. Doch ist dabei zu bedenken, daß die Länge des Ganges nicht die ganze Arbeitsleistung darstellt; das Nagen der Eigruben muß mit in Rechnung gestellt werden. So wies der 6,5 mm lange Gang 9 Eigruben auf.

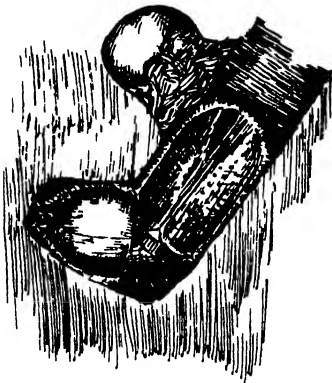


Abb. 17.

*P. chalcographus* beim Nagen einer Eigrube.

Beim Nagen der Eigruben zeigten die Weibchen eine kaum glaubliche Gelenkigkeit; wenn man es nicht selbst gesehen hat, kann man dem plumpen Käfer nicht zutrauen, daß er Thorax und Abdomen fast in einem rechten Winkel zueinander stellen

kann. S. Abb. 17. Die Eigrube wird am jeweiligen Ende des Brutarmes nach rechts oder links genagt; man könnte sie für die Verlängerung des abgebogenen Mutterganges halten, bis schließlich nach der Eiablage der Gang doch in alter Richtung weitergeführt wird.

Über die Eiablage sagt Eichhoff (33, S. 12): „In die Einkerbungen werden die Eier, wahrscheinlich nachdem sie vorher in den eigentlichen Gang gelegt sind, mittelst des Maules gebracht. Daß die Eier nicht unmittelbar aus dem Mutterleib in die Kerben gelegt, sondern erst hinterher mit dem Maule dahingebracht werden, schließe ich daraus, daß man nicht selten Brutgänge findet, die bis zum äußersten Ende wirklich mit Eiern in den Eikerben belegt sind.“ Die Richtigkeit dieser Überlegung wurde von Schewyrew nach den Beobachtungen seines Schülers Kevdin für *Ips typographus* bestätigt: „Das Weibchen nagt zuerst rechts und links je eine Eigrube, legt dann in den Muttergang ein ungefähr ellipsoides Ei, bückt sich, nimmt es zwischen die Beine, faßt es mit den Kiefern und bringt es in die eine Grube, wo es mit Hilfe der Beine in der Längsachse festgelegt und mit etwas Bohrmehl bedeckt wird, dann legt es ein

zweites Ei, das in gleicher Weise in die gegenüber liegende Eigrube gelangt“ (zitiert nach Hennings 1907, 39). Leider konnte Verf. die Eiablage bei *P. chalcographus* niemals beobachten, so daß dem vorstehenden nichts hinzugefügt werden kann.

Aufgabe des in der Rammelkammer verbleibenden Männchens ist es, für die Reinlichkeit des Gangsystems zu sorgen und das beim Anfertigen der Brutgänge anfallende Bohrmehl hinauszuschaffen. Daß dieser „Reinlichkeitstrieb“ des Männchens wenig selbstlos ist, hat zuerst Schewyreuv gezeigt; die Gänge werden nur zu dem Zwecke von Bohrmehl freigehalten, um ein Zusammenkommen der beiden Geschlechter zur Paarung zu ermöglichen. Nach den Beobachtungen Schewyreuvs geht das Säubern der Gänge bei *T. scordatus* Börn. folgendermaßen vor sich: „Das arbeitende Weibchen verbringt die abgenagten Teile vermittelt seiner Beine in die Vertiefung der Elytren; sowie sich daselbst eine gewisse Menge Bohrmehl angesammelt hat, nähert sich das Männchen und schafft dasselbe ebenfalls mit seinen Beinen in die Vertiefung auf seinem eigenen Hinterleibe, worauf es rückwärts den Gang hinauf kriecht und seine Ladung durch Kippen in die schief nach außen verlaufende Eingangsöffnung wirft.“ Bei *P. chalcographus* kann die Reinigung des Ganges auf dieselbe Weise vor sich gehen. Häufiger noch holt das Männchen die Ladung nicht beim Weibchen ab, sondern das Weibchen schiebt das Bohrmehl selbst aus seinem Gang in die Rammelkammer; besonders findet dies statt, wenn die Gänge schon länger geworden sind, und das Männchen bei einer größeren Zahl von Weibchen seiner Aufgabe nicht mehr gerecht werden kann. Das sich dann in der Rammelkammer anhäufende Bohrmehl packt sich das Männchen auf seinen Absturz und befördert es zum Bohrloch hinaus.

### c) Zahl und Länge der Muttergänge. Zahl der Eier.

Nachstehende Messungen wurden an Fraßstücken vorgenommen, die teils Verf. selbst gesammelt hatte, teils aus der Sammlung des Zoologischen Instituts München stammten. Es wurden nur solche Fraßbilder ausgewertet, deren Muttergänge vollendet waren, d. h. solche, aus deren letzten Eigruben schon Larvengänge abgingen; war letzteres der Fall, so war anzunehmen, daß zwischen der Ablage des letzten Eies und dem Abschälen der Rinde vom Stamm mehrere Tage lagen, während deren der Mutterkäfer weder weitergefressen noch Eier gelegt hatte; wahrscheinlich hatte er den Brutarm verlassen oder war innerhalb des Gangsystems gestorben. Auf solche Weise wurde verhindert, daß zum Bestimmen der Länge der Muttergänge und der Zahl der Eier Fraßsysteme verwandt wurden, die sich noch im Zustand der Entwicklung befanden.

Unter 25 Gangsystemen fanden sich mit

3	4	5	6 Muttergängen
3	11	8	3 Fraßbilder.

Die in den neueren Lehrbüchern zu findenden Angaben von 3 bis 6 Muttergängen (Escherich 35) und 4—5 Gängen (Wimmer 90) wurden also bestätigt. Die von Heß-Beck (46) und von Wolff-Krausse (89) genannte Zahl von 3—9 Brutarmen muß insofern eingeschränkt werden, als normal 3—6, als Ausnahme auch mehr Muttergänge vorkommen.

Auf ihre Länge wurden 92 Brutarme untersucht. Längen von

5—9	10—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44 mm
wiesen 1	8	23	16	21	13	9	1 Muttergänge

auf. Berechnet man aus dieser Reihe das Mittel<sup>1)</sup>, so ergibt sich  $M = 23,96$  mm mit der Standardabweichung  $\sigma = \pm 7,74$  mm. Die Streuung ist also, wie auch zu erwarten war, sehr groß; sie umfaßt die Längen zwischen 16,22 und 31,70 mm. Der längste Gang war 43 mm lang. Hier ergibt sich keine Bestätigung der in der Literatur zu findenden Zahlen. Nach Wolff und Krausse sind die Gänge 1 mm breit und bis 8 cm lang. Escherich läßt die Muttergänge ebenfalls 1 mm breit und durchschnittlich ca. 6 cm lang sein. Heß-Beck gibt als Länge 2—8 cm an. Möglich ist es, daß solche Längen zuweilen erreicht werden; aber wenn von 92 gemessenen Muttergängen der längste 43 mm lang ist, und das Mittel rund 24 mm beträgt, so müssen die Angaben der Lehrbücher wahrscheinlich als zu hoch angesehen werden.

Die gleichen 92 Muttergänge wurden dazu benutzt, die Zahl der gelegten Eier festzustellen; es fanden sich

5—9	10—14	15—19	20—24	25—29	30—34	35—39	40—44 Eier
in 14	20	21	19	13	2	2	1 Brutarmen.

Hieraus ergibt sich als arithmetisches Mittel  $M = 17,87$  mit der Standardabweichung  $\sigma = \pm 7,72$ . Auch hier ist die Streuung sehr groß; sie reicht von 10,15—25,29, d. h. es wurden in dem untersuchten Material durchschnittlich 10—26 Eier abgelegt.

Die Borkenkäfer legen verhältnismäßig wenig Eier. Escherich nimmt als durchschnittliche Mittelzahl 50—60 Eier für ein Weibchen an. Die für *P. chalcographus* gefundene Mittelzahl liegt demnach noch unter dem Durchschnitt der von den Borkenkäfern im allgemeinen gelegten Eier.

Setzt man die Mittelzahl der Brutarmlänge in Beziehung zur mittleren Eimenge, so ergibt sich, daß im Durchschnitt auf 1,34 mm Muttergang eine Eigrube zu rechnen ist. Da die Eikerben in der Regel nicht nur an einer, sondern zu beiden Seiten des Ganges zu finden sind, liegen an jeder Brutarmseite die Eier voneinander in einer durchschnittlichen Entfernung von 2,68 mm. Eine derart regelmäßige Aufeinanderfolge der Eigruben wird sich meist nicht finden, da teils die eine Seite mehr belegt worden ist als die andere, und teils Gangstücke mit dicht aneinandergedrängten Eikerben mit leeren Gangteilen abwechseln.

<sup>1)</sup> Nach Johannsen, Elemente der exakten Erblichkeitslehre. Jena 1913.

#### d) Einmalige oder mehrmalige Begattung.

Ratzburg (1839; 71) hat eine mehrmalige Begattung bei Borkenkäfern für möglich gehalten, da er die Vermutung Papes wiedergibt, „daß die Käfer vielleicht einer wiederholten, nur an diesem geräumigeren Orte möglichen Begattung wegen von Zeit zu Zeit nach der Rammelkammer zurückkehren“.

1868 hat Chapman (30) durch einen einfachen Versuch gezeigt, daß das Weibchen von *Hylesinus fraxini* nur in Gegenwart des Männchens Eier zu legen vermag. In einem sorgfältig aufgedeckten Gangsystem isolierte er jeden Käfer durch Verstopfen des Ganges mit Bohrspänen. Nach einer Woche hatten die Weibchen weiter gefressen, aber keine Eier gelegt.

Eichhoff (1881; 33), der diese Mitteilung Chapmans nicht kannte, sagt in seinen „Europäischen Borkenkäfern“: „Wahrscheinlich genügt, wie es bekanntlich bei der Honigbiene festgestellt ist und wohl bei den meisten Insekten der Fall sein wird, eine einmalige Begattung zur Befruchtung des Weibchens für dessen ganze Lebenszeit. Es ist wenigstens nicht einzusehen, weshalb die Borkenkäfer hier eine Ausnahme machen sollten. Auch spricht das Vorkommen der Brutgänge verwitweter Weibchen gegen letztere Annahme.“

Zu Beginn des neuen Jahrhunderts wird der Frage, ob die Borkenkäfer einer wiederholten Begattung bedürfen, mehr Aufmerksamkeit zugewandt. Zunächst stellt Knoche 1904 (50) fest, „daß die Borkenkäfer sich so oft begatten, als ihnen Gelegenheit geboten wird.“ Schewyreuv (1905; 77) und seine Schüler beobachteten mehrmalige Begattung bei *Eccoptogaster*, *Myelophilus* und *Ips*. Wie schon auf Seite 401 mitgeteilt, hat nach Schewyreuv das Säubern der Gänge bei den polygamen *Pityogenes*-Arten lediglich den Zweck, ein Zusammenkommen der beiden Geschlechter zu ermöglichen; sind beim Größerwerden der Gänge einige Weibchen vernachlässigt worden, und ist der Gang mit Bohrmehl verstopft, so legt das Weibchen eine Hochzeitskammer mit einem nach außen führenden Gang an, der einen Besuch von Männchen, die aus irgendwelchem Grunde Junggesellen geblieben sind, ermöglicht.

Barbey (1906; 28) bestätigt letztere Ansicht für *Pityogenes Lipperti* Henschel: „Wir haben besonders an Gangsystemen, die an kleineren Ästen ausgeführt waren, kleine Aushöhlungen wahrgenommen, die wir in Übereinstimmung mit Schewyreuv als supplementäre Rammelkammern ansehen. Sie werden in der Tat von den Weibchen gebohrt, die durch Bohrmehl von ihrem trägen Gatten getrennt sind, während sie die Brutgänge anlegen. Werden sie vom polygamen und daher oft anderwärts in Anspruch genommenen Männchen nicht gefolgt, so erweitern sie ihren Gang, um den Besuch eines Männchens von außen her zu empfangen, worauf sie befruchtet werden, und dann wieder an ihre Aufgabe gehen.“



Nachdem so erwiesen war, daß bei den Borkenkäfern mehrmalige Begattung keine Seltenheit bildet, erschienen im Jahre 1907 drei Arbeiten, die eine Antwort auf die Frage suchten, ob zur Eiablage wiederholte Begattung erforderlich ist. Knoche (51) wies experimentell nach, daß *Hylesinus piniperda*, dessen Weibchen sich, wenn ihm Gelegenheit geboten wird, mehrmals begatten läßt, auch bei einmaliger Kopulation eine regelrechte Brut zustande bringt; wiederholte Begattung ist also nicht notwendig. Hennings (40) nahm Borkenkäferweibchen aus begonnenen, schon Eier aufweisenden Muttergängen heraus und setzte sie isoliert an Schwarten. Bei der nach einigen Wochen vorgenommenen Entrindung wurde ersichtlich, ob die Weibchen normal weiter Eier gelegt hatten, oder ob das Fehlen des Männchens eine unregelmäßige Ausformung des Gangs zur Folge gehabt hatte. Auf diese Weise konnte Hennings nachweisen, daß *Ips typographus* nach Ablage von ungefähr 6 Eiern, *Ips stenographus* nach Ablage von etwa 9 Eiern wiederum der Begattung bedarf, um mit der Eiablage fortfahren zu können; *Myelophilus piniperda* begnügt sich mit einer einmaligen Begattung. Für *Ips typographus* bestätigte Nüsslin (65) auf Grund eingehender Untersuchungen das Ergebnis von Hennings. „Was nun das Verhalten der übrigen Borkenkäfer betrifft, so habe ich das entgegengesetzte Vorkommnis, nämlich das Genügen einer einmaligen Begattung für die ganze Saison 1903 für *Hylastes glabratus* Zett. nachgewiesen. — Auch die Gattung *Cryphalus* scheint sich, allerdings nur für eine Generation, mit einer Begattung zu begnügen. — Am ausgesprochensten ist aber unter den Borkenkäfern die Genügsamkeit mit einmaliger Begattung bei den *Xyleborus*-Arten, bei welchen die Männchen wegen Flugunfähigkeit am Ort ihrer Geburtsstätten bleiben und nur die Weibchen nach den Brutstätten zu fliegen vermögen.“

Es steht also fest, daß entgegen der Ansicht Eichhoffs mehrmalige Begattung bei Borkenkäfern häufig vorkommt. Bei *P. chalcographus* wurden von Verf. häufig wiederholte Kopulationen zwischen den gleichen Käfern beobachtet. Eine andere Frage ist, ob mehrmalige Begattung zur Ablage einer normalen Anzahl von Eiern notwendig ist. Nach den bisher vorliegenden Untersuchungen bedürfen *Hylesinus fraxini*, *Ips typographus* und *stenographus* einer wiederholten Kopulation, während sich *Myelophilus piniperda*, *Hylastes glabratus*, die *Xyleborus*-Arten und wahrscheinlich auch die Gattung *Cryphalus* mit einer Begattung begnügen. Über das Verhalten von *P. chalcographus* liegen keinerlei Angaben vor.

Bevor auf die zur Klärung dieser Frage unternommenen Versuche eingegangen wird, soll kurz die Methodik der nachfolgenden Zuchtversuche behandelt werden. Pauly, der als erster systematische Borkenkäferzuchten durchführte, wandte bekanntlich seine Leinwandsackmethode an: er paraffinierte einen Stammabschnitt an beiden Enden, um das Austrocknen zu verhindern, und steckte ihn in einen dichten Leinwandsack; dann schüttete er die Käfer, die sich in das Stammstück einbohren sollten,

ebenfalls in den Sack, schnürte ihn zu und überließ ihn sich selbst. Schon ein Jahr nach Veröffentlichung dieser Methode (1888; 67) wandte sich Eichhoff in einer Kritik (34) gegen sie; er behauptete, daß der Überzug mit Paraffin die Bewegung der Feuchtigkeit verhindere und eine chemische Zersetzung innerhalb des Holzkörpers hervorrufe, der Sack aber Luft, Sonnenschein und Wärme abhalte. R. Koch (54) unternahm 1906 Zuchten mit paraffinierten Hölzern, die teils im Sack, teils im Zwinger aufbewahrt wurden; er konnte nachweisen, daß der Sack keinen schädlichen Einfluß auf den Verlauf der Zuchten ausübte. Hennings hat bei seinen schönen Zuchten nicht paraffinierte Hölzer verwandt; er hielt es für unangebracht (39), da die Borkenkäfer krankes oder geworfenes, also nicht im vollen Saft stehendes Holz bevorzugen; das Paraffin aber verhindert ein Austrocknen. „Dann aber hat das Paraffinieren noch den Nachteil, daß der Saft in derartig behandelten Rollen durch Gärung und ähnliche Prozesse sich sehr bald verändern muß, so daß er schon nach kurzer Zeit in Zusammensetzung, Konsistenz usw. nicht mehr dem Saft im stehenden Stamm entspricht und daher vielleicht gar schädlich werden kann.“ Knoche (52) wies diese Einwände zurück, mußte aber zugeben, daß Zuchten in paraffinierten Hölzern einen langsameren Verlauf genommen hatten als solche in nicht paraffinierten.

Der Wert der einzelnen Methoden ist also bestritten; Erfolge sind mit allen erzielt worden. Vor allen Dingen ist darauf zu achten, daß ein zu starkes Austrocknen der Brutrolle verhindert wird. Diesem Zweck diene die Pauly'sche Paraffinierung. Ich suchte das gleiche Ziel zu erreichen, indem ich die Hölzer in Glasgefäße mit Glasdeckel setzte; die aus dem Holz ausdunstende Feuchtigkeit schuf in dem Glase eine wassergesättigte Atmosphäre, die jede weitere Verdunstung auf ein Minimum reduzierte. Jeden Morgen wurden die Gläser auf ausgekrochene Käfer untersucht, und gleichzeitig das herausgeworfene Bohrmehl entfernt; hierdurch wurde eine tägliche Durchlüftung der Gläser erzielt. Diese Methode hat nur den einen Nachteil, daß die Brut ständig einer Luftfeuchtigkeit von 100% ausgesetzt war. Sollten die Zuchten in wechselnder Luftfeuchtigkeit, etwa im Freien, „unter natürlichen Bedingungen“ unternommen werden, so mußte statt des Glasdeckels ein Gazeverschluss gewählt werden. Dieser verhinderte natürlich nicht ein langsames Austrocknen der Rolle. Je größer die Holzstücke sind, um so länger halten sie sich frisch. Paraffinieren hilft hier, doch ist damit zu rechnen, daß die von Eichhoff und Hennings erwähnten Gärungsprozesse eintreten. Verf. hat auf Anregung von Herrn Professor Rhumbler eine andere Methode angewandt, die sich allerdings nur bei kleineren Brutrollen leicht durchführen läßt. Von einer Stirnfläche aus wurde der Längsachse entlang eine Höhlung gebohrt, die bis zu etwa  $\frac{2}{3}$  der Länge des Brutholzes reichte. Diese Höhlung wurde mit Wasser, das zur Verhütung der Schimmelbildung abgekocht wurde, gefüllt und mit einem dichtsitzenden

Pfropf verschlossen. Das Wasser zieht nun langsam aus dem Innern der Brutrolle nach außen und versorgt die die Käfer enthaltende Rindenschicht ständig mit der notwendigen Feuchtigkeit. Je nach dem Grade der Verdunstung muß die innere Höhlung mehr oder weniger häufig mit frischem Wasser versehen werden. Mit dieser Versuchsanordnung wurden schöne Erfolge erzielt.

Neben der Austrocknungsgefahr ist Schimmelbildung ein nicht außer acht zu lassender Feind aller Borkenkäferzuchten. Um ihm wirksam entgegenzutreten, ist auf peinlichste Sauberkeit zu achten. Die Zuchtgläser wurden vor ihrer Verwendung mit kochendem Wasser ausgespült, täglich wurden die ausgeworfenen Bohrmehlhäufchen entfernt, da sie gerne den ersten Herd der Verschimmelung bilden. Zeigten sich auf dem Brutholz Schimmelsätze, so wurden diese mit einem sauberen Tuche fortgewischt. Auf diese Weise gelang es, sämtliche Zuchten selbst in der für Schimmelbildung so günstigen Atmosphäre der mit dem Glasdeckel verschlossenen Gefäße bis zu ihrem Ende durchzuführen.

Regelmäßig wurden zunächst nur Männchen an die Rolle gesetzt. Am nächsten Tage wurden die Männchen, die sich nicht eingebohrt hatten, entfernt und die Bohrlöcher mit Nummern versehen. War nach 1 oder 2 Tagen der Bau der Rammelkammer beendet, was die Männchen durch Herausrecken ihres Absturzes anzeigten, so wurden ein oder mehrere Weibchen an das Bohrloch gebracht. Wenn sie nicht freiwillig einschlüpfen, wurden sie mit sanftem Zwange in das Bohrloch hineingeführt. Als Versuchskäfer wurden frisch ausgeschlüpfte Jungkäfer aus anderen Zuchten verwandt. Täglich wurden neu eingetretene Veränderungen, wie Anlage eines neuen Bohrloches, aufgezeichnet und ausgekrochene, sich im Glase herumtreibende Käfer entfernt.

#### Reihe A.

Männchen und Weibchen bleiben bis zum Ende des Versuchs zusammen.

Versuch 1: Durchschnittstemperatur 19,8° C.

6 Männchen wurden am 16. Juli 1926 angesetzt. Am 17. hatten sich 2 eingebohrt, die übrigen wurden weggenommen. Am nächsten Tage wurden 6 Weibchen in das Glas getan, jedoch nicht, wie es bei den späteren Versuchen geschah, in die einzelnen Bohrlöcher eingeführt. Von den 6 Weibchen lagen am Tage darauf (19. Juli) 2 am Boden des Gefäßes; sie wurden entfernt. Außerdem waren 2 neue Bohrlöcher entstanden, sodaß jetzt 4 Bohrlöcher: a, b, c und d vorhanden waren. Am 20. wurde wiederum ein im Glase befindliches Weibchen entfernt. Es waren also noch 2 Männchen und 3 Weibchen in der Rolle. Da sich beim späteren Öffnen zeigte, daß die Bohrlöcher a und b nur Rammelkammern, aber keine Muttergänge aufwiesen, müssen die Männchen ihre alten Bohrlöcher verlassen haben und entweder die Bohrlöcher c und d

neu angefertigt haben, oder aber in die von den hinzugesetzten Weibchen angefertigten Bohrlöcher c und d geschlüpft sein. Wie sich später auswies, befanden sich am 20. Juli in c 1 Männchen und 1 Weibchen, in d 1 Männchen und 2 Weibchen. Am 22. war das Männchen aus c ausgekrochen und wurde entfernt. Am 23. wurde noch ein neues Weibchen in c eingeführt. Beim Öffnen am 10. August ergab sich folgender Befund:

Bohrloch c hatte 2 Gänge  $\alpha$  und  $\beta$ , die je 1 Weibchen enthielten.

Gang  $\alpha$  war 5 mm lang, ohne jede Eigrube.

Gang  $\beta$  war 27 mm lang; 18 Larven, 7 Eier.

$\alpha$  stammte wahrscheinlich von dem am 23. eingeschlüpften Weibchen, das, da das Männchen fehlte, nicht begattet werden konnte; daher keine Eiablage.  $\beta$  war von einem am 17. Juli eingesetzten Weibchen, also in 23 Tagen angefertigt. Im folgenden wird die Zeit, die dem Weibchen zur Eiablage zur Verfügung gestanden hat, also die Zeit, vom Einkriechen des Weibchens bis zur Beendigung des Versuches, kurz als „Legedauer“ bezeichnet.

Bohrloch d hatte 4 Gänge mit 1 Männchen und 2 Weibchen.

Gang  $\alpha$ : 5 mm lang, ohne Eier.

Gang  $\beta$ : 15 mm lang, 12 Larvengänge, 1 leere Einische.

Gang  $\gamma$ : 12 mm lang, 3 Larven, 1 leere Einische.

Gang  $\delta$ : 36 mm lang, 24 Larven, 4 Eier.

Ob die 4 Gänge nur von den beiden vorgefundenen Weibchen stammen, oder ob sich auch das am 20. Juli ausgekrochene Weibchen am Zustandekommen dieses Fraßbildes beteiligt hat, ist nicht festzustellen. Wichtig ist für die späteren Betrachtungen, daß das Männchen noch im Gangsystem weilte und zur Befruchtung von 43 Eiern ausgereicht hat.

Versuch 2: Durchschnittstemperatur 19,8° C.

Am 17. Juli 1925 wurden 5 Männchen an eine Rolle gesetzt. Am 19. hatte sich 1 eingebohrt, die übrigen wurden entfernt. Am 19., 20. und 22. wurde je ein Weibchen in das Bohrloch a eingeführt; das letzte zeigte sich sehr störrisch und ist wahrscheinlich gleich wieder ausgekrochen, da am 25. ein Weibchen am Boden des Glases gefunden wurde. Befund am 10. August:

Bohrloch a hat 2 Gänge mit 2 Weibchen, kein Männchen.

Gang  $\alpha$ : 22 mm lang, 10 Larven, 5 Eier.

Gang  $\beta$ : 22 mm lang, 12 Larven, 9 Eier.

Legedauer ungefähr 21—22 Tage.

Versuch 3: Durchschnittstemperatur 19,8° C.

7 Männchen am 19. Juli angesetzt. Am 20. zeigt sich ein Bohrloch a; ein im Glase kriechendes Männchen wurde entfernt. An a wurde am gleichen Tage ein Weibchen angesetzt. Am 22. wurde ein neues Bohrloch b, und am 23. ein weiteres Bohrloch c vorgefunden. In b wurde am 27., in c am 23. und am 27. je ein Weibchen eingeführt. Am 22. und 23. wurden je ein Männchen entfernt. Befund am 10. August:

Bohrloch a hat einen Gang  $\alpha$  ohne Käfer.

Gang  $\alpha$ : 21 mm lang, 4 Larven, 2 leere Einischen.

Bohrloch b hat ebenfalls 1 Gang, in dem sich 1 Männchen und 1 Weibchen befinden.

Gang  $\alpha$  12 mm lang, 2 Eier.

Bohrloch c hat 2 Gänge mit 1 Männchen und 1 Weibchen.

Gang  $\alpha$ : 14 mm lang, 10 Einischen, davon 9 leer; die letzte mit Ei.

Gang  $\beta$ : 38 mm lang, 12 Larven, 8 Eier.

Legedauer für a 21 Tage, für b 14 Tage, für c 14—18 Tage.

Versuch 4: Durchschnittstemperatur 19,8° C. Am 22. Juli 5 Männchen angesetzt. Am 26. ein Bohrloch a, am 27. zwei weitere Löcher b und c. An alle 3 Bohrlöcher wurde am 27. je ein Weibchen angesetzt. Am 10. August war ein Männchen im Glase. Befund am 10. August:

Bohrloch a weist nur eine Rammelkammer auf, in der ein Männchen sitzt.

Bohrloch b hat 1 Gang. In der Rammelkammer ein toter Käfer, dessen Geschlecht leider nicht festgestellt wurde.

Gang  $\alpha$ : 13 mm lang, 5 Larven, 2 leere Einischen.

Bohrloch c hat 2 Gänge mit 1 Männchen und 3 Weibchen.

Gang  $\alpha$ : 22 mm lang; 6 Larven, 4 besetzte 2 leere Einischen.

Gang  $\beta$ : 21 mm lang; auf die ersten 10 mm 6 Eier verteilt, das Ende des Ganges ist leer.

Wahrscheinlich hat das an a angesetzte Weibchen das Bohrloch sofort wieder verlassen und ist in c eingeschlüpft; hier hat es zusammen mit dem ursprünglich in c eingeführten Weibchen die beiden Gänge genagt. Als Legedauer würden dann für beide Gänge 14 Tage in Betracht kommen. Das dritte in c gefundene Weibchen wird wohl aus b stammen; wenn der tot gefundene Käfer ein Männchen war, so ist es möglich, daß das Weibchen nach dem Tode seines Gefährten den Gang verlassen hat, um in c unterzuschlüpfen.

Versuch 5: Durchschnittstemperatur 20,0° C.

4 Männchen wurden am 13. Oktober 1926 an eine Fichtenrolle gesetzt. Zwei von ihnen hatten sich am 15. eingebohrt, die beiden anderen wurden weggenommen. Am 15. wurden an Bohrloch a ein Weibchen angesetzt, am 16. an b ebenfalls ein Weibchen. Am 18. wurde ein im Glase sich herumtreibendes Weibchen entfernt; am gleichen Tage wurde an beide Bohrlöcher noch je ein Weibchen gebracht. Am 25. Oktober und 6. November wurden je 1 Männchen, am 8. November 1 Weibchen entfernt. Befund am 20. November:

Bohrloch a: 1 Gang mit einem verschimmelten Weibchen.

Gang  $\alpha$ : 26 mm, 4 Larven, 6 Puppen, 2 Jungkäfer (Weibchen).

Bohrloch b: 1 Gang, in der Rammelkammer 1 verpilztes Weibchen.

Gang  $\alpha$ : 13 mm, 4 Eier.

Die Todesursache der beiden Weibchen war nicht ersichtlich; da der Tag, an dem die Weibchen starben, nicht bekannt ist, läßt sich die den Weibchen zur Verfügung stehende Legezeit nicht festlegen.

Versuch 6: Durchschnittstemperatur 20,0° C.

Am 13. Oktober 1926 wurden 4 Männchen gesetzt. Am 15. sind 3 Bohrlöcher a, b und c vorhanden. An b und c wurde je ein Weibchen gesetzt. Am 16. ist ein Weibchen im Glase und wird entfernt. Die Löcher b und c erhalten noch 1 Weibchen, und am 18. wird an b ein drittes Weibchen angesetzt.

Am 19. und 25. Oktober werden je 1 Weibchen, am 14. und 18. November je 1 Männchen und am 20. November noch 1 Weibchen entfernt. Befund am 20. November:

Bohrloch a, das kein Weibchen erhalten hatte, wies nur 2 Ernährungsgänge von 15 bzw. 9 mm auf.

Bohrloch b, hatte 3 Gänge  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$ .

Gang  $\alpha$ : 16 mm, 13 Larven.

Gang  $\beta$ : 9 mm, 7 Larven.

Gang  $\gamma$ : 13 mm, 6 Larven.

Bohrloch c hatte 2 Gänge, in der Rammelkammer 1 Weibchen.

Gang  $\alpha$ : 27 mm, 14 Larven, 10 Puppen.

Gang  $\beta$ : 29 mm, 11 Larven 9 Puppen.

Legedauer 36 Tage. Da nur 4 Weibchen Zeit zur Eiablage geboten war, müssen 2 Gänge, vielleicht b  $\beta$  und  $\gamma$ , von einem Weibchen stammen.

Zweck dieser Versuchsreihe war es, Aufschluß über den Verlauf einer ungestörten Brut zu geben und die Fragen zu beantworten: Wie lange bleiben die Elternkäfer im Gangsystem? Genügt ein Männchen zur Befruchtung der Eier mehrere Weibchen?

Es ist klar, daß im Regelfalle das Weibchen solange im Gang verbleibt, bis es seine Brut beendet hat, das sind nach Abschnitt 6 c durchschnittlich 18 Eier bei einer Ganglänge von 24 mm. Verläßt ein Weibchen früher seinen Gang, so müssen Umstände vorliegen, die sein Unbehagen erregen und es zur Auswanderung veranlassen. Es kann dies einerseits das Fehlen des Männchens sein, andererseits auch die nicht passende Beschaffenheit des Brutortes, wie zu große Trockenheit des Holzes oder ungeeignete, durch chemische oder mikrobiologische Prozesse hervorgerufene Zusammensetzung der Substanz des Holzkörpers. Wie die Gangsysteme 1 c, 2 a und 6 c der Versuchsreihe A dartun, in denen sich Weibchen, aber keine Männchen befinden, und wie auch die Versuche der nächsten Reihe zeigen werden, kann von einer Auswanderung der Weibchen beim Fehlen der Männchen keine Rede sein. Wo also beim Entrinden der Versuchsrollen Gänge ohne Weibchen vorgefunden wurden, wie z. B. 3 a und 6 b, liegt die Vermutung nahe, daß der Brutort irgendwelche ungeeignete Beschaffenheit aufwies. Das eine natürliche Beendigung der Eiablage in diesen Fällen vorgelegen hat, ist bei der geringen Anzahl der

gelegten Eier nicht anzunehmen. Um auf jeden Fall keine unnormalen oder auch nur unnormal erscheinenden Bruten zur Beantwortung obiger Fragen heranzuziehen, sind die ohne Weibchen vorgefundenen Gangsysteme, das sind 3 a, 4 b und 6 b, außer acht gelassen worden; ebenso fanden keine Berücksichtigung die Versuche 5 a und 5 b, deren Weibchen tot waren.

Von den übrigen Brutsystemen, 1 c, 1 d, 2 a, 3 b, 3 c, 4 c und 6 c, waren 3 (1 c, 2 a, 6 c) ohne Männchen, diese 3 Versuche hatten vom Einsetzen der Weibchen ab 23, bzw. 21—22, bzw. 36 Tage gedauert. Die Legedauer der Versuche mit vorgefundenem Männchen war 23, 14, 14—18, 14 Tage. Diese Zahlen legen die Vermutung, daß die Männchen nach ungefähr 3 Wochen das Brutsystem verlassen. Bemerkenswert ist, daß in 4 a das am 22. Juli angesetzte Männchen bis zum 19. August, d. s. 19 Tage, in der Rammelkammer ohne Weibchen ausgehalten hat.

Zur Beantwortung der Frage, ob ein Männchen zur Befruchtung der Eier mehrerer Weibchen genügt, müssen zuerst die Brutbilder betrachtet werden, in denen sich nur 1 Männchen mit 1 Weibchen aufhielt. Siehe Tabelle 28:

Tabelle 28.

Versuch:	Ganglänge:	Zahl der abgelegten Eier:	Legedauer:
1 c	27 mm	25	23 Tage
3 b	12 mm	2	14 Tage

Die Anzahl der Eier und die Armlänge von 1 c entsprechen den früher berechneten Durchschnittszahlen; 3 b macht mit der allerdings geringeren Legedauer von 14 Tagen keinen normalen Eindruck.

In den übrigen Gangsystemen hatten 2 Weibchen dem Brutgeschäft obgelegen; Tabelle 29 zeigt übersichtlich das Ergebnis dieser Versuche:

Tabelle 29.

Versuch:	Ganglänge:	Zahl der abgelegten Eier:	Legedauer:	Summe der abgelegten Eier:
2 a	22 mm	15		
	32 „	21	21—22 Tage	36
3 c	14 „	1		
	38 „	20	14—18 „	21
4 c	22 „	10		
	21 „	6	14 „	16
6 c	27 „	24		
	20 „	20	36 „	44

Ob die 4 Gänge von 1 d von 2 oder von 3 Weibchen gefertigt sind, ist nicht ersichtlich. Aus obiger Übersicht ergibt sich einwandfrei, daß ein Männchen zur Befruchtung der Eier von 2 Weibchen, vielleicht auch von 3 Weibchen (1 d) genügt.

## Reihe B.

Das Männchen wird nach einigen Tagen aus der Rammelkammer entfernt.

Versuch 7: Durchschnittstemperatur 23, 1° C. Am 22. Juli 1926 wurden 3 Männchen angesetzt; am 24. waren 3 Bohrlöcher, a, b und c vorhanden. An a und c wurden am 24., an a und b am 25. je 1 Weibchen angesetzt. Am 26. wurden die Männchen entfernt; es ließ sich dies leicht vornehmen, wenn die Männchen ihren Absturz aus dem Bohrloch herausstreckten: das Abdomen wurde schnell mit einer spitzen Präpariernadel durchstoßen, und der Käfer vorsichtig herausgezogen. Bei a mißlang das Herausziehen; das Männchen wurde später tot in der Rammelkammer aufgefunden. Vom 28. Juli bis zum 8. August wurde nicht beobachtet. Am 8. fand sich 1 Weibchen tot im Glase: außerdem war ein neues Bohrloch d vorhanden. Am 9. wurde ein im Gefäß herumkriechendes Weibchen entfernt. Befund am 10. August:

Bohrloch a: 1 Gang, in der Rammelkammer das tote Männchen.

Gang a: 21,5 mm, 12 Larven

Bohrloch b: 1 Gang mit 1 Weibchen.

Gang a: 23 mm, 19 Larven, 4 Eier.

Bohrloch c: 1 Gang.

Gang a: 18 mm, 9 Larven.

Bohrloch d: 1 Gang mit 1 Weibchen.

Gang a: 21 mm, 1 Larve, 8 Eier 2 leere Einischen, davon die erste mit Bohrmehl verstopft.

Es ist denkbar, daß jedes der 4 Weibchen einen Gang gebohrt hat; eigentümlich ist dann aber die Besetzung von d mit 1 Larve und 8 Eiern; in der langen Zeit hätten sich weit mehr Eier zu Larven entwickeln müssen. Einleuchtender ist folgende Erklärung: eins der beiden an a angesetzten Weibchen ist wieder ausgekrochen und bald gestorben, vielleicht am 28. Juli; es wurde erst am 8. August gefunden, da bis dahin nicht beobachtet wurde. Das andere Weibchen von a oder dasjenige von c ist, nachdem es Eier gelegt hat, ausgeschlüpft und hat den neuen Gang d genagt, und hier weiter Eier gelegt. So ließe sich erklären, weshalb in dem einen Gang nur Larven, in dem andern fast nur Eier gefunden wurden. Da die Entstehung von a, c und d nicht einwandfrei nachgewiesen werden kann, müssen diese Gangsysteme bei der Auswertung unberücksichtigt bleiben.

Ganz eindeutig ist dagegen das Brutbild b, dessen Weibchen noch beim Öffnen mit Eierlegen beschäftigt war. Der Gang ist mit 23 mm Länge, 19 Larven und 4 Eiern völlig normal. Das Weibchen ist vor dem 26. Juli begattet worden, hat also bei einer Legedauer von 17 Tagen 15 Tage lang ohne Gegenwart des Männchens und ohne weitere Begattung dem Brutgeschäfte obgelegen.



**Versuch 8:** Durchschnittstemperatur 20,0° C. Am 13. Oktober 1926, zwei Männchen angesetzt; am 15. ein Bohrloch a: das andere Männchen wird weggenommen. Es wird 1 Weibchen eingeführt, das am 16. wieder draußen vorgefunden und entfernt wird. Ein neues Weibchen wird angesetzt. Am 20. wird das Männchen entfernt. Am 25. ist das Weibchen ausgekrochen. Befund am 19. November:

Bohrloch a: 1 Gang.

Gang a: 17,5 mm, 2 Puppen, 4 männliche, 2 weibliche Jungkäfer.

**Versuch 9:** Durchschnittstemperatur 20,0° C.

Am 13. Oktober 1926 wurden 2 Männchen angesetzt; am 16. zwei Weibchen in die beiden Bohrlöcher a und b. Am 18. war 1 Weibchen im Glas und wurde entfernt. Gleichzeitig wurden in a und b je ein weiteres Weibchen eingeführt. Am 19. wurden aus beiden Bohrlöchern die Männchen entfernt. Ferner wurde 1 Weibchen, das sich am 4. November im Glase herumtrieb, weggenommen. Befund am 20. November:

Bohrloch a: 1 Gang mit 1 sehr lebhaften Weibchen.

Gang a: 34 mm, 8 Larven, dann 6 Eier, denn wieder 8 Larven.

Bohrloch b: 2 leere Ernährungsgänge von 6 bzw. 13 mm Länge.

Weshalb die in b befindlichen Käfer nur Ernährungsfraß vollführt haben ist, ist nicht ersichtlich. Ebenso unerklärlich ist die Tatsache, daß sich in a von 22 Eiern 6 nicht zu Larven entwickelt haben; möglich ist es, daß sie nicht befruchtet waren, möglich auch, daß andere Ursachen eine Entwicklung verhindert haben. Legedauer 35 Tage. Das Weibchen konnte nur während der 3 ersten Tage begattet werden, was jedoch genügte, um von 22 gelegten Eiern mindestens 16 zu befruchten.

**Versuch 10:** Durchschnittstemperatur 20,0° C.

Am 13. Oktober 1926 3 Männchen angesetzt; am 15. sind 3 Bohrlöcher a, b und c vorhanden. An a wird 1 Weibchen gesetzt. Am 16. wird in sämtliche 3 Bohrlöcher je 1 Weibchen eingeführt. Am 18. sind 2 Weibchen im Glas und werden entfernt. Nochmals wird an die 3 Bohrlöcher je 1 Weibchen gesetzt. Am 19. werden die Männchen entfernt. Am 29. Oktober und 4. November werden je 1 Weibchen, und am 14. November 3 Weibchen im Glase gefunden und herausgenommen. Befund am 20. November:

Bohrloch a: 1 Gang.

Gang a: 34 mm, 17 Larven, 12 Puppen.

Bohrloch b: 17 mm langer Ernährungsgang.

Bohrloch c: 18 mm langer Ernährungsgang.

Das Weibchen aus a konnte vom 15.—19. Oktober begattet werden; dies genügte zur Befruchtung von 29 Eiern.

Die Versuche B 7—9 zeigen, daß *P. chalcographus* einer mehrmaligen Begattung nicht bedarf; es genügt einmalige Begattung. Natürlich

kann nicht behauptet werden, daß während der 2—3 tägigen Zusammenlebens der beiden Geschlechter nur eine einzige Kopulation stattgefunden hat; vielleicht oder sogar wahrscheinlich haben deren mehrere stattgefunden. „Einmalige Begattung“ bedeutet hier eine einmalige, kurzfristige Begattungsperiode im Gegensatz zu einer obligatorisch „wiederholten Begattung“, wie sie z. B. bei *Ips typographus* festgestellt ist, der nach Ablage von etwa 6 Eier stets von neuem begattet werden muß, um in seinem Brutgeschäft fortfahren zu können. Der von *P. calceographus* zu Anfang der Fortpflanzungszeit erhaltene Samereicht zur Befruchtung sämtlicher Eier eines Mutterganges aus.

Zur Erhärtung dieses Satzes diene noch

Versuch 11: Durchschnittstemperatur 18,4° C.

Nach der auf Seite 398 angegebenen russischen Methode wurden in ein Stück Fichtenrinde 4 Rammelkammern geschnitten, in diese je ein begattetes Weibchen, das schon Eier gelegt hatte, getan, und auf die Rinde eine Glasscheibe gepreßt. Die Weibchen waren Altkäfer des Versuchs I auf Seite 389. Nach 7 Tagen mußte der Versuch abgebrochen werden. Befund:

Rammelkammer a: 7 mm langer Gang mit 9 Eiern; aus den 4 ersten sind schon Larven ausgekrochen.

Rammelkammer b: Das Weibchen hat keinen Gang angelegt.

Rammelkammer c: 5 mm langer Gang mit 4 Eiern und ein 8 mm langer Gang mit 8 Eiern.

Rammelkammer d: 10 mm langer Gang mit 8 Eiern; aus den ersten 3 sind Larven ausgekrochen.

#### Reihe C.

Nach einigen Tagen wird das Männchen entfernt und dann wieder ein neues Männchen hinzugesetzt.

Versuch 12: Durchschnittstemperatur 19,8° C.

Am 16. Juli 1926 wurden 5 Männchen angesetzt; am 17. war eine Rammelkammer vorhanden; die 4 restlichen Männchen wurden entfernt. Am 17., 20. und 22. Juli wurde an das Bohrloch a je 1 Weibchen angesetzt. Am 23. wurde das Männchen herausgenommen. Um zu sehen, ob die zu „Witwen“ gewordenen Weibchen von anderen Männchen besucht würden, wurden am 26. 2 frische Männchen an die Rolle gesetzt. Am 27. hatte das eine sich eine Rammelkammer gebohrt; es wurde entfernt. Das andere wurde am nächsten Tage in Gesellschaft eines Weibchens in einer frisch gebohrten Rammelkammer gefunden; es wurde ebenfalls entfernt. Wenn auch die Möglichkeit besteht, daß das zweite Männchen der Rammelkammer a einen Besuch abgestattet hat, so ist doch von wesentlicher Bedeutung, daß es auf keinen Fall längere Zeit dort geblieben ist, sondern gleich ein neues Bohrloch angefertigt hat. Befund am 10. August:

Bohrloch  $\alpha$ : 3 Gänge mit 1 lebenden und 1 toten Weibchen.

Gang  $\alpha$ : 27 mm, 24 Larven, 1 Ei.

Gang  $\beta$ : 21 mm langer Ernährungsgang.

Gang  $\gamma$ : 19 mm, 8 Larven, 1 leere Einische.

Wahrscheinlich stammt Gang  $\beta$  von dem am 22. Juli eingeführten Weibchen, das während des nur eintägigen Zusammenlebens mit dem durch die anderen Weibchen beschäftigten Männchen vielleicht nicht begattet wurde. Gang  $\alpha$  ist wiederum ein schöner Beweis für das schon durch die Versuchsreihe B dargelegte einmalige Befruchtungsbedürfnis des Kupferstecherweibchens.

Versuch 13: Durchschnittstemperatur 20,0 C.

Am 13. Oktober 1926 wurden 5 Männchen angesetzt; am 15. waren 3 Bohrlöcher  $\alpha$ ,  $\beta$  und  $\gamma$  vorhanden; die übrigen beiden Männchen wurden weggenommen. Am 15. und am 18. wurde an jedes der Bohrlöcher je ein Weibchen gesetzt. Am 20., 22. und 25. wurde je ein im Glase herumkriechendes Weibchen, am 19., 21. und 25. je ein Männchen entfernt. Nunmehr wurde am 29. Oktober in jedes der 3 Bohrlöcher je ein frisches Männchen eingeführt. Am 4. und 10. November wurde je ein Weibchen, am 8. November 2 der neuen Männchen unten im Glase vorgefunden. Befund am 19. November:

Bohrloch  $\alpha$ : 1 Gang.

Gang  $\alpha$ : 23 mm, 3 Larven, 8 Puppen, 3 männlich und 2 weibliche Jungkäfer.

Bohrloch  $\beta$ : 2 Gänge  $\alpha$  und  $\beta$ ; in letzterem ein Weibchen.

Gang  $\alpha$ : 7 mm, 3 leere Eigruben.

Gang  $\beta$ : 47 mm, 25 Larven, 6 Puppen, 4 Jungmännchen.

Bohrloch  $\gamma$ : 1 Gang.

Gang  $\alpha$ : 40 mm, 4 Larven, 10 Puppen, 8 männliche und 2 weibliche Jungkäfer.

Von den 3 am 29. Oktober eingeführten frischen Männchen sind 2 bis zum 8. November, also 10 Tage, in der Rammelkammer geblieben; der Verbleib des dritten ist nicht festzustellen. Versuch 13, bei dem die neuen Männchen in die Bohrlöcher eingeführt wurden, liefert also ein anderes Ergebnis als Versuch 12: hier fanden die an die Rolle gesetzten Männchen das Bohrloch nicht, und falls das zweite Männchen doch eingekrochen ist, was jedoch nicht zu beweisen ist, so ist es nur ganz kurze Zeit in der Rammelkammer geblieben, um sich dann aufs neue einzubohren. Im 7. Abschnitt wird noch näher hierauf eingegangen werden.

Ich fasse die Ergebnisse aus den Versuchen dieses Kapitels kurz zusammen:

1. Zwischen den in einem Gangsystem hausenden Männchen und Weibchen finden häufig Kopulationen statt.

2. Doch ist zur Vollendung einer regelrechten Brut wiederholte Begattung nicht erforderlich; der zu Anfang einer Brutperiode empfangene Same genügt zur Befruchtung sämtlicher Eier eines normalen Mutterganges.

3. Ein Männchen genügt zur Befruchtung der Eier von 2, wahrscheinlich auch von mehr Weibchen.

4. Das Weibchen bleibt im Regelfalle bis zur Beendigung seiner Brut im Gange. Das Fehlen des Männchens veranlaßt das begattete Weibchen nicht zur Auswanderung.

5. Die Männchen scheinen das Brutsystem nach ungefähr 3 Wochen zu verlassen.

6. Die Gänge „verwitweter“ Weibchen wurden von an die Brutrolle gesetzten Männchen nicht gefunden, während in die Bohrlöchern eingeführte Männchen 10 Tage in Gesellschaft der „Witwen“ blieben.

## 7. Verbleib der überzähligen Männchen.

Vogel hat entdeckt, daß das Geschlechtsverhältnis des polygam lebenden *P. chalcographus* in den Brutstätten wie 1:1 ist; durch seine Frage nach dem Verbleib der überzähligen Männchen wurde, wie in der Einleitung Seite 3 bemerkt, diese Arbeit veranlaßt.

Der Wert der Vogelschen Entdeckung wird durch die Tatsache nicht geschmälert, daß Trödl im Jahre 1908 aus einer Zucht mit *P. chalcographus* 226 Männchen und 246 Weibchen erhielt und auf Grund dieser Zahlen gleichfalls die Frage nach dem Verbleib der überzähligen Männchen aufwarf. Trödl sagt wörtlich (85, S. 140): „*Pityogenes chalcographus* L. ist bekanntlich polygam und entfallen bei Anlage der Brutgänge in der Regel 3—4 Weibchen auf 1 Männchen. Nach dem aber die junge Brut nahezu die gleiche Anzahl beider Geschlechter ergibt, bleibt die Frage offen, was mit den überzähligen Männchen geschieht.“ Das Verdienst Vogels besteht also darin, eine von Trödl im Jahre 1908 mitgeteilte, aber wieder in Vergessenheit geratene oder doch unbeachtet gebliebene Erscheinung wiederentdeckt zu haben.

Vogel gibt selbst eine Antwort auf seine Frage (86): „Es liegt kein Grund zur Annahme vor, daß die Mehrzahl der Männchen (es müßten etwa 75 % sein!) vor der Begattung abstirbt. Wahrscheinlich ist von vornherein, daß alle sich an der Fortpflanzung beteiligen. Wenn schon man in der Fraßfigur in der Regel nur ein Männchen antrifft, so ist damit noch nicht erwiesen, daß es ein und dasselbe Männchen während der ganzen Entwicklung der Fraßfigur ist. Es könnten die Männchen sich ja in der Kammer ablösen! Der Fortpflanzungsbetrieb würde sich unter dieser Annahme also etwa so abspielen: das 1. Männchen verläßt nach erfolgter Begattung die Kammer, ein 2. jüngeres Männchen dringt ein, es folgt ein 2. Weibchen. Nach dessen Begattung wandert

das 2. Männchen aus, ein 3. Männchen und Weibchen dringen ein usw. Während die Weibchen an Ort und Stelle bleiben, wechseln die Männchen. Trifft dieser Modus zu, dann liegt natürlich keine Polygamie mit einer Überzahl von Weibchen vor, dieses Verhältnis wird durch das Fraßbild und das Wechseln der Männchen in der Rammelkammer nur vorgetäuscht; das Geschlechtsverhältnis 1:1 der Jungkäfer spricht von vornherein dagegen.“

Diese Erklärung ergibt sich völlig zwanglos und ist sehr einleuchtend. In meinem Referat der Vogelschen Arbeit im Forstarchiv 1925 (78) fügte ich ihr noch eine weitere Lösungsmöglichkeit zu, die das von Vogel von vornherein abgelehnte Absterben der meisten Männchen zur Grundlage hatte. Sie möge hier an erster Stelle behandelt sein.

Meine Erklärung wurde durch die ebenfalls im Forstarchiv mitgeteilte und auf Seite 375 dieser Arbeit näher besprochene Beobachtung veranlaßt, daß aus in Papier eingewickelten Rindenstücken die Männchen frühzeitiger auskrochen als die Weibchen. Daraus schloß ich, daß die Männchen leichter zum Schwärmen veranlaßt würden als die Weibchen, und baute auf diesen Schluß folgende Erklärungsmöglichkeit auf: Während des Winters werden an sonnigen Tagen die Überwinterungsstellen des Kupferstechers durch direkte Bestrahlung genügend erwärmt, um die leichter schwärmenden Männchen zum Auskriechen zu veranlassen, während die Weibchen unter der Rinde verbleiben. Die Männchen werden außerhalb der schützenden Rinde durch den nachts eintretenden Frost getötet oder in ihren Lebensfunktionen doch derartig gelähmt, daß sie ein leichtes Opfer ihrer tierischen Feinde, vor allem der Vögel werden. Die Zahl der Männchen verringert sich also im Laufe des Winters ständig, bis sie sich zu Beginn der Schwärmzeit im Frühling zu der Zahl der Weibchen ungefähr wie 1:5 verhält.

Zur Nachprüfung dieser Erklärung wurden während des ganzen Winters 1925/26 überwinternde Jungkäfer durchgezählt; siehe darüber Seite 361 ff. Diese Zählungen ergaben keine Abnahme der Männchen, sondern ein stetes Gleichbleiben des Verhältnisses 1:1 bis Anfang April; nur die letzte Zählung am 22. April wies eine deutlich größere Anzahl Weibchen auf. Trotzdem ließ ich meine Lösung nicht fallen, da ich nunmehr die auch durch die letzte Zählung bestätigte Protandrie des Kupferstechers im Frühjahr entdeckte. Nur konnte jetzt der Frost keine wesentliche Rolle mehr spielen. Meine Versuche hatten ergeben, daß der Frühlingsschwarm durch die Männchen eröffnet wird. Bei den im Frühjahr häufigen Witterungsrückschlägen ließ sich wohl annehmen, daß ein großer Teil der zuerst ausgekrochenen Männchen durch nasse und kalte Tage am Einbohren verhindert wird und irgendwie zu Grunde geht. Zur Aufgabe dieser Erklärungsmöglichkeit wurde ich erst durch die Entdeckung gezwungen, daß *P. chalcographus* beim Juli-Augustschwarm nicht wie im Frühling protandrisch, sondern protogyn ist. Eine Lösung, die für den

Frühlingsschwarm zutrifft, für den Sommerschwarm aber nicht, kann unmöglich richtig sein.

Die Erklärung, die sich auf ein früheres Ausfliegen der Männchen gründete, ist also hinfällig. Es bleibt jedoch noch die Möglichkeit offen, daß die Sterblichkeit der Männchen in den Winterquartieren größer ist als die der Weibchen, daß also die Mehrzahl der Männchen während des Winters in den Fraßgängen zu Grunde geht. Dem steht aber die auf Seite 365 gemachte Feststellung entgegen, daß die Sterblichkeit der Männchen nicht größer als die der Weibchen ist. Weiterhin verbietet eine solche Annahme das stete Gleichbleiben des Geschlechtsverhältnisses während des Winters. Es bleibt zu prüfen, ob die Vogelsche Anschauung, daß sich sämtliche Männchen am Brutgeschäft beteiligen, richtig ist.

Trifft die oben mitgeteilte Erklärung Vogels zu, so ist *P. chalcographus* monogam, nicht, wie allgemein angenommen wird, polygam. Ein Männchen begattet stets nur ein Weibchen und verläßt dann die Rammelkammer, um einem neu eintretenden Pärchen Platz zu machen. Nach meinem Versuchen genügt ein Männchen zur Befruchtung der Eier zweier, wahrscheinlich auch mehrerer Weibchen; eine Notwendigkeit, die Kammer nach der ersten Begattung zu verlassen, besteht also für das Männchen nicht. Das Männchen verläßt auch garnicht nach der ersten Kopula das Brutsystem; ich konnte stets beobachten, daß nach dem Einführen eines Weibchens in das Bohrloch des Männchen, das bisher seinen Absturz nach außen gestreckt hatte, eine Zeit lang unsichtbar blieb. Es lag wahrscheinlich seinen Ehepflichten ob. Dann erschien wieder das Abdomen, manchmal nur kurze Zeit, um Bohrmehl auszuwerfen, manchmal auch längere Zeit unbeweglich: das Männchen versuchte ein neues Weibchen anzulocken. Wird dann ein weiteres Weibchen angesetzt, so beginnt dasselbe Spiel von neuem. Das Männchen kriecht nicht nach der Begattung des ersten Weibchens aus, sondern sucht im Gegenteil neue Weibchen anzulocken. Die Vogelsche Vermutung einer Monogamie des *chalcographus* trifft also nicht zu.

Als Variante des Vogelschen Erklärungsversuches möchte ich noch folgendes hinzufügen: Das Männchen verläßt nicht nach der ersten Kopulation das Brutsystem, sondern lockt im ganzen 3—6 Weibchen an. Nachdem es diese alle begattet hat, ist sein Samenvorrat erschöpft, und es verläßt die Rammelkammer, um einem jüngeren, frischen Männchen Platz zu machen. In diesem Fall wäre *chalcographus* polygam, aber das Befruchtungsbedürfnis der Weibchen wäre größer als der Samenvorrat eines einzelnen Männchens. Diese Erklärung gab Seitner (80) für *Ips typographus*: „Die zuerst von Schewyreuv gemachte, von Hennings nachgeprüfte und dahin ergänzte Beobachtung, daß das Weibchen wiederholt begattet werden muß und nach Ablage von durchschnittlich je 6 Eiern neuerlicher Begattung bedarf, um mit der Eiablage

fortfahren zu können, läßt die Annahme zu, daß die Lebensdauer der geschlechtlich stark in Anspruch genommenen Männchen gegenüber jener der Weibchen eine kürzere sei. Es tritt gewissermaßen vorerst nur die eine Hälfte der Männchen in die Ehe, während die andere Hälfte als „Junggesellen“ leben, sich gelegentlich Besuche bei Familien erlauben und vielleicht die schon stark abgebrunzteten Männchen verdrängen, bezw. fehlende ersetzen.“ Voraussetzung dieser Erklärung ist das für *Ips typographus* erwiesene Bedürfnis der Weibchen nach wiederholter Begattung. *P. chalcographus* bedarf aber einer mehrmaligen Begattung nicht. Zudem ergaben meine Versuche, daß die Männchen etwa 3 Wochen im Brutsystem verbleiben. Rammelkammern, deren Männchen entfernt worden waren, wurden von an die Rolle gesetzten, frischen Männchen nicht gefunden; in die Bohrlöcher eingeführte Männchen blieben allerdings 10 Tage im Gangsystem; immerhin ist nicht erwiesen, ob im Walde Rammelkammern ohne Männchen eher und leichter von frischen Männchen aufgefunden werden. Es genügen jedoch das Fehlen des Bedürfnisses nach mehrmaliger Begattung sowie das lange Verbleiben der Männchen im Gangsystem, um auch diese Erklärung als nicht zutreffend zu erkennen.

Nach Schewyreuv geschieht bei den polygamen *Pityogenes*-Arten das Reinigen der Muttergänge von Bohrmehl lediglich zu dem Zwecke, den Käfern eine wiederholte Kopulation zu ermöglichen. Bleibt das Bohrmehl im Gange, so können Männchen und Weibchen nicht mehr zusammen kommen; dann nagt sich das Weibchen eine neue Rammelkammer in Gestalt einer Erweiterung des Mutterganges und ermöglicht durch ein Bohrloch nach außen den Besuch fremder Männchen. Barbey (28) bestätigte diese Anschauung durch Beobachtungen an *P. Lipperti* Henschel. Es wäre immerhin möglich, daß auch die überzähligen Männchen des Kupferstechers solche durch Bohrmehl isolierte Weibchen besuchen. Hier fehlt jedoch wiederum die Voraussetzung des wiederholten Begattungsbedürfnisses. Außerdem fehlen die von Schewyreuv, Barbey und Fuchs beschriebenen, bei anderen *Pityogenes*-Arten häufig vorkommenden Erweiterungen des Mutterganges bei *P. chalcographus* nahezu vollständig. Als seltene Ausnahme findet man hin und wieder ein derartiges, rammelkammerähnliches Gebilde. Schließlich liegt ein Beweis dafür, daß die bei *P. bistridentatus* Eichh., *pilidens* Reitt., *Lipperti* Henschel, *quadridens* Hartig und *bidentatus* Hbst. gefundenen Erweiterungen als „supplementäre Rammelkammer“ dienen, noch gar nicht vor; Fuchs (38) führt sie auf den Regenerationsfraß der Mutterkäfer zurück.

Die Seitnersche Vermutung, daß ein Anteil der überzähligen Männchen „mit den Altweibchen, die zweimalig zur Eiablage, also Begründung einer Geschwisterbrut schreiten, in die Ehe eintreten“, reicht zur Erklärung nicht aus; bei dem meist bigam lebenden *Ips typographus* ist nur die Hälfte der Männchen, bei *P. chalcographus* aber  $\frac{2}{3}$ — $\frac{5}{6}$  „überzählig“. Von dieser großen Zahl kann nur ein ganz geringer Prozent-

satz die vielleicht zum zweiten Male brütenden Weibchen begatten, ganz abgesehen davon, daß die schon an der ersten Brut beteiligten Männchen wahrscheinlich auch noch leben, und ihnen außerdem die inzwischen ausgeschlüpften, ersten Jungmännchen Konkurrenz machen.

Alle angeführten Kombinationen erklären nicht das Verbleiben der überzähligen Männchen. Und ich glaube nicht, daß in dieser Frage noch andere Lösungsmöglichkeiten gefunden werden. Es bleibt uns nichts anderes übrig als die Annahme, daß sämtliche Männchen zu Beginn der Brutperiode Rammelkammern anfertigen, daß aber nur wenige sich am Fortpflanzungsgeschäft beteiligen. Die übrigen, „überzähligen“ Männchen sterben entweder in ihren Rammelkammern oder außerhalb. Die Beobachtung Simmels (81), der mehrmals in Wacholderästen sterbende *chalcographus*-Männchen fand, ist vielleicht hierzu in Beziehung zu setzen; es soll jedoch keinesfalls behauptet werden, daß sämtliche überzähligen Männchen sich in andere Holzarten, etwa *Juniperus*, einbohren, um hier zu sterben. Ich möchte die Beobachtung Simmels als eine durch irgendwelche Ursache hervorgerufene, *anormale* Erscheinung ansehen. Möglich ist auch, daß die von Rumbler (66) in Schlechtwetterfraßgängen gefundenen Männchen solche ohne Weibchen gebliebenen Junggesellen waren. Jedenfalls glaube ich erwiesen zu haben, daß die „überzähligen“ Männchen im Geschlechtsleben des Kupferstechers keine Rolle spielen.

## 8. Anhang. Über die forstliche Bedeutung des Kupferstechers.

Die Beurteilung der forstlichen Bedeutung eines Schadinsekts kann, solange es noch keine statistische Bearbeitung der Waldverheerungen gibt, nur eine subjektive sein. Jeder Forscher kann nur das ihm aus der Literatur Bekannte sowie seine eigenen Erfahrungen zu einer persönlichen Ansicht über die Schädlichkeit des betreffenden Insekts formen. Eine einigermaßen objektive Beurteilung des Schädlichkeitsgrades der verschiedenen Borkenkäferarten kann erst dann erfolgen, wenn einmal alle bekannten Borkenkäferkalamitäten zusammenhängend und statistisch vergleichend behandelt werden. Als Vergleichsmaßstab könnte vielleicht die Festmetermenge des abgestorbenen Holzes bzw. des Zuwachsverlustes dienen. So würde eine zahlenmäßige Grundlage für eine vergleichende Beurteilung gewonnen. Allerdings ist die „Objektivität“ dieser Zahlen keine uneingeschränkte. Berücksichtigung muß vor allen Dingen die Entstehungsursache der Kalamität finden; ist die Verwüstung nur von Borkenkäfern verursacht, haben diese also primär gefressen, oder war die Käfervermehrung nur die Folge eines anderen Unglücks, etwa eines Windwurfs oder Nonnenfraßes? Beim Zusammenwirken mehrerer Borkenkäferarten, etwa von *Ips typographus* und *P. chalcographus*, würde weiterhin die Frage entstehen; sind beide Arten an der Verheerung beteiligt, und in welchem Verhältnis steht ihre Schuld zueinander? Und schließlich



können alle statistisch gefundenen Zahlen keine Gewähr dafür geben, daß ein auf Grund dieser Zahlen als verhältnismäßig harmlos angesehenes Insekt in Zukunft einmal katastrophal auftritt. Trotz all dieser Einwände würde eine derartige Statistik für den Forstschutz von außerordentlicher Bedeutung sein; sie würde für die Beurteilung der Schädlichkeit eines Insekts eine Grundlage von höchstmöglicher Objektivität bilden.

Das Folgende sind rein persönliche Ansichten und Gedanken des Verf. über die forstliche Bedeutung des Kupferstechers. Sie sind entstanden beim Lesen der für die vorliegende Arbeit verwandten Literatur, vor allem aber auf Grund von Beobachtungen, die beim Sammeln des für Versuchszwecke notwendigen Materials gemacht wurden. Da Verf. seine Beobachtungen nur in einem verhältnismäßig sehr kleinen Teil Deutschlands anstellen konnte, ist es immerhin möglich, daß die hier dargelegte Anschauung anderwärts gemachten Erfahrungen zuwiderläuft. Dann dürfte der Zweck der folgenden Darlegungen darin bestehen, zur Kritik und zur Veröffentlichung neuer Tatsachen anzureizen, die zur Klärung des bis jetzt noch nicht einwandfrei festgestellten Schädlichkeitsgrades des Kupferstechers beitragen.

Köppen (55) wundert sich, „daß über *Bostrichus chalcographus*, den Ratzeburg als sehr schädlich bezeichnet, aus den ausgedehnten Fichtenwäldern Rußlands keine Klagen laut geworden sind“. Während demnach in Rußland der Kupferstecher verhältnismäßig harmlos zu sein scheint, bezeichnen die deutschen Lehrbücher der Forstinsektenkunde ihn durchweg als sehr schädlich. So sagt Ratzeburg 1839: „Hinsichtlich der forstlichen Bedeutung und Begegnung gilt das bei *typographus* Gesagte auch für diese sehr schädliche Art“.

Eichhoff (1881) hält den Kupferstecher sogar für noch schädlicher als *typographus*; denn „er fliegt früher im Jahr als *typographus* und beginnt seine Angriffe in den höheren, zur Ernährung wichtigeren Baumteilen, während *typographus* sich meist tiefer unten erst einfindet, wenn die oberen Teile schon kränkeln“.

Altum (1871): „Es unterliegt wohl keinem Zweifel, daß diese Art, wie alle ähnlich lebenden, zumeist schwächliches, bereits beschädigtes, krankes Holz angreift; eben so wenig aber kann in Zweifel gezogen werden, daß sie zu den erheblich schädlichen Forstkäfern gehört. — Jedenfalls beschleunigt *chalcographus* das Eingehen einer sehr großen Menge von Nadelhölzern. An den oberen Partien älterer Fichten wirkt er völlig so schädlich wie *typographus*. — Vielleicht fliegt auch er den Baum an, wenn derselbe dem größeren Genossen noch zu vollsaftig ist. So würde er dann der Vorläufer von *typographus* und umso schädlicher sein.“

Judeich-Nitsche (1895): „Wenn er sich noch nicht allzusehr vermehrt hat, befällt er hauptsächlich kränkelnde oder durch Schneedruck beschädigte Stangenorte. Späterhin geht er an die Äste älterer Bäume und wird im allgemeinen für sich allein nur selten in ausgedehntem

Maße schädlich, beteiligt sich aber an dem Fraß des *T. typographus* L. in den von diesem mehr gemiedenen, dünnborkigen Teilen so stark, und ergänzt dessen verderbliche Tätigkeit so erfolgreich, oder arbeitet ihr sogar häufig vor, daß er zu den sehr schädlichen Borkenkäfern zu rechnen ist.“

Nach Løvendal (1898) liegt seine eigentliche Bedeutung darin, daß er wegen seiner größeren Unempfindlichkeit gegen den Harzfluß und durch seinen Angriff im Wipfel des Baumes zum Vorläufer des *typographus* wird.

Barbey (1901): „Oft befällt er zuerst den Gipfel des Baumes, und wenn dieser schon geschwächt ist, siedelt sich dann der Buchdrucker im unteren Teil des Stammes an. Auch kommt es vor, daß er ganz kräftige Fichten angreift und sie zu Grunde richtet. In den Kulturen scheint er bis jetzt nicht geschadet zu haben; hingegen zählt er zu den gefährlichsten Feinden der Fichtenbestände.“

Escherich (1923): „In forstlicher Beziehung ist *chalcographus* entschieden zu den sehr schädlichen Borkenkäfern zu zählen. Er bevorzugt die dünne Rinde und nimmt daher mit Vorliebe Stangenhölzer an und in älteren Beständen die oberen Stammteile und die Äste. Doch geht er bisweilen auch starke Fichten an. — Häufig kommt er mit *typographus* vergesellschaftet vor, in der Weise, daß er die Kronenpartie und *typographus* die weiter unten gelegenen Stammregionen befällt. Oft geht der *chalcographus*-Befall dem *typographus* zeitlich voraus, bezw. wird durch ersteren der Baum für letzteren geeignet gemacht.“

Nüßlin-Rhumbler (1927): „In bezug auf seine forstliche Bedeutung dürfte sein zeitlicher Vorsprung sowie sein Vorkommen an schwachen Sortimenten und eine gewisse Hinneigung zum Primärfraß, sowie seine große Häufigkeit ins Gewicht fallen. Durch alles dieses ist er zum Vorgänger des *typographus* bei Verheerungen prädestiniert. In Wirklichkeit ist er auch bei solchen einer der hauptsächlichsten und regelmäßigsten Begleiter gewesen. Ihm muß deshalb in Fichtenwaldungen neben *typographus* und *amitinus* die größte Aufmerksamkeit zugewandt werden.“

Heß-Beck (1927): „Die Bedeutung des Käfers beruht in seiner Häufigkeit und in seiner Bundesgenossenschaft zu *Ips typographus* und *amitinus*.“

*P. chalcographus* kommt, wie wir oben (S. 383ff.) gesehen haben, nur als Feind der Fichte in Betracht, und dieser kann er wieder nur im Stangen- oder Baumholzalter gefährlich werden; nur ein Fall<sup>1)</sup> ist bekannt, daß *chalcographus* Kulturen befallen hat (Henschel, 44), und hier ist sein Auftreten ein ausgesprochen sekundäres, da die von ihm angegangenen 8—12jährigen Fichtendickungen von *Accidium abietinum* befallen waren,

<sup>1)</sup> Im Nüßlin-Rhumbler, 3. Aufl., S. 327, wird noch ein Fraß des Kupferstechers an 5 jährigen Fichtenpflanzen ohne nähere Angaben erwähnt.

und zwar in einer Weise, „daß an mancher Pflanze auch nicht eine gesunde Nadel mehr zu finden war“. Henschel bemerkt noch ausdrücklich, daß vor dem Verpilzen von einer Beschädigung der Fichten durch Borkenkäfer fast nichts zu bemerken war. So ist, wie es auch in den oben angeführten Lehrbüchern durchweg geschieht, *chalcographus* als ein für die Kulturen unschädlicher Borkenkäfer anzusehen.

Im Stangenholz wird die Schädlichkeit des Kupferstechers von den meisten Autoren ebenfalls als nicht erheblich angesehen. Der Fraß tritt fast nur sekundär auf. Wenn Altum meint: „Jedenfalls beschleunigt *chalcographus* das Eingehen einer sehr großen Menge von Stangenhölzern, so ist daraus nur zu entnehmen, daß das durch andere Faktoren verursachte Absterben der Bäume durch sekundären Befall von *chalcographus* beschleunigt wird. Daraus ist eine besondere Schädlichkeit nicht abzuleiten; im Gegenteil kann es zuweilen nur vorteilhaft sein, wenn dem Tode geweihte Bäume, statt lange zu kränkeln und doch keinen Zuwachs mehr zu bringen, schnell zum Absterben gebracht werden. Auch Judeich-Nitsche glauben, daß er „hauptsächlich nur kränkelnde oder durch Schneedruck beschädigte Stangenorte“ befällt, und daß er im allgemeinen für sich allein nur selten in ausgedehntem Maße schädlich wird. Einzig bei Escherich heißt es ohne irgendwelche Einschränkung, er beziehe mit Vorliebe Stangenhölzer. Als Grund wird seine Bevorzugung der dünnen Rinde angegeben (vgl. das oben auf S. 388 darüber Gesagte).

Es will Verf. fast so erscheinen, als ob die bekannte Vorliebe des Kupferstechers für die oberen Partien älterer Bäume, für die „dünnrindigen“ Teile, zu der Annahme beigetragen hat, er könne auch in „dünnrindigen“ Stangenhölzern schädlich werden. Während in fast allen Lehrbüchern der Forstinsektenkunde Beispiele für großartige Verheerungen des *Ips typographus* zu finden sind, während wenigstens von den größeren Lehrbüchern auch Beispiele für von *chalcographus* in Althölzern verübten Schaden gebracht werden, steht nirgends ein Beispiel von Beschädigungen in Stangenorten. Auch finden sich in der übrigen Literatur zahlreiche Besprechungen von Borkenkäferkalamitäten, die teils von *typographus* allein, teils in Gesellschaft mit *chalcographus* verursacht wurden. Von einem primären Befall des Kupferstechers in Stangenorten hat Verf. nichts gelesen. Ich möchte daher der Ansicht zuneigen, daß *P. chalcographus* auch in Stangenhölzern, wenn nicht unschädlich, so doch kaum schädlich ist.

Als Letztes bliebe der Schaden zu besprechen, den *chalcographus* in Althölzern anrichtet. Wie schon auf S. 385 mitgeteilt wurde, sind mir nur drei Fälle ausschließlichen Befalls von *chalcographus* an älteren Fichten bekannt. Als alleiniger Schädling kommt *chalcographus* auch in Althölzern keine besondere Bedeutung zu. Anders ist es bei seinem Auftreten im Verein mit dem Buchdrucker. Beim gemeinschaftlichen Vorkommen dieser beiden Käfer wird *P. chalcographus* durchweg

die größere Gefährlichkeit zugeschrieben, da er die Bäume zuerst in den Kronen anfallen und durch seinen Fraß für den späteren Befall des *typographus* geeignet machen soll. Allerdings schwärmt *chalcographus* früher im Jahre als *typographus*. Doch ist gegen die obige Ansicht der Einwand zu erheben, daß der allgemein als sekundär angesehene Kupferstecher — nur Løvendal und Nüßlin-Rhumblér schreiben ihm eine „gewisse Hinneigung zum Primärfraß“ zu — nun in größerem Maße primär auftreten soll. Eine Kalamität, d. h. ein primärer Befall in ausgedehntem Maße, kann durch die ausgesprochen sekundären *typographus* und *chalcographus* nur nach vorhergegangener Massenvermehrung eintreten. Eine Massenvermehrung kann nur erfolgen bei Vorhandensein einer großen Menge geeigneten Brutmaterials, wie es z. B. ein Windwurf liefert. Eine Massenvermehrung würde auch jede größere Hauung in Fichtenbeständen mit sich bringen, wenn die Stämme nicht durch Ent-rinden zur Brut ungeeignet gemacht würden, wenigstens für *typographus*. Die Zöpfe, ein Hauptbrutmaterial des *chalcographus*, werden nicht ent-rindet und bleiben im Walde liegen, wenn nicht in allernächster Nähe des Reviers ein größerer Ort liegt, dessen Einwohner die Gelegenheit, sich auf billige Weise Brennholz zu verschaffen, nicht vorübergehen lassen. So wird nach jeder größeren Hauung dem Kupferstecher Gelegenheit zur Massenvermehrung geboten. Und in der Tat trifft man ihn fast überall in großer Menge an, aber nur an den liegengebliebenen Zöpfen, nicht an lebenden Bäumen primär fressend. Wenn ich für meine Versuche Material haben wollte, brauchte ich nur an eine Stelle zu gehen, wo vor kurzem Fichten gehauen waren, und ich konnte mit ziemlicher Sicherheit damit rechnen, *chalcographus* in großer Menge in den Zöpfen zu finden. Im Heß-Beck heißt es: „Die Bedeutung des Käfers beruht in seiner Häufigkeit.“ Ich möchte im Gegenteil behaupten, daß gerade seine Häufigkeit ein Zeichen seiner verhältnismäßigen Bedeutungslosigkeit ist. Man stelle sich vor, dem Buchdrucker würde fast jährlich eine solche Gelegenheit zur Massenvermehrung geboten wie *chalcographus*, vielleicht durch Nichtentrinden der gefällten Stämme, dann würde es nicht lange dauern bis sämtliche lebenden Fichten von *typographus* primär befallen wären. *Chalcographus* kann sich jährlich massenhaft vermehren, und dennoch tritt er nur in Gemeinschaft mit *typographus* auf. Ist das nicht ein Zeichen, daß von einem primären Befall des Kupferstechers keine Rede sein kann? Ich glaube nicht, daß der kleine *chalcographus* dem Buchdrucker den Weg bereitet, sondern möchte eher annehmen, daß *chalcographus* nur kränkelnde, bzw. schon von *typographus* befallene Fichten anfliegt.

Im Distrikt 44 der Oberförsterei Gahrenberg sah ich Fichten, in deren unterem Stammteil *typographus* gehaust hatte. Die Bäume waren abgestorben, die Käfer längst ausgeflogen, und die Rinde blätterte ab. Als die Fichten gehauen wurden, fand sich in der Krone *chalcographus*

in Massen vor. *Chalcographus* hatte die Bäume also erst nach dem Befall von *typographus* angefliegen. Nicht nur in diesem, auch in anderen Distrikten fand ich Fichten, die nur von *typographus*, nicht vom Kupferstecher befallen waren. *Chalcographus* hatte also in diesen Fällen die Bäume nicht für *typographus* befallsreif gemacht.

Auch in der Literatur finde ich Bestätigungen meiner Ansicht. So ist in der von Nüßlin beschriebenen Kalamität in Pfullendorf „verheerend nur *typographus* aufgetreten. *Chalcographus* war 1905 sehr selten“ (63). Und Kolmodin (55) konnte bei Verheerungen in Schweden „nicht konstatieren, daß der Angriff von *P. chalcographus* in der Krone begonnen wird, vielmehr trat diese Art immer nach *typographus* auf“. Die letzte Kalamität in Oberösterreich ist von Seitner (80) behandelt worden; *chalcographus* wird gar nicht erwähnt, so daß er wohl auch hier keine Rolle gespielt hat.

All dieses veranlaßt mich, die in den Lehrbüchern ausgesprochene Ansicht, *chalcographus* mache die Althölzer erst für den Befall geeignet, für nicht richtig zu halten. Wenn er aber erst nach *typographus* auftritt, wird sein Schaden in der Regel gleich Null sein. Da oben ferner festgestellt wurde, daß er für Kulturen unschädlich, für Stangenhölzer kaum schädlich ist, kann ich mich der Ansicht der Lehrbücher, *P. chalcographus*, sei eine „sehr schädliche“ Art, nicht anschließen.

### Literatur.

a) Für den 2. Abschnitt: Morphologie und Histologie der Geschlechtsorgane.

1. Ballowitz, E., Untersuchungen über die Struktur der Spermatozoen der Insekten. I. Coleoptera. Zeitschr. f. wiss. Zool. 50. 1890.
2. Bütschli, O., Vorläufige Mitteilung über Bau und Entwicklung der Samenfäden bei Insekten und Crustaceen. Zeitschr. f. wiss. Zool. 21. 1871.
3. — — Nähere Mitteilungen über die Entwicklung und den Bau der Samenfäden der Insekten. Zeitschr. f. wiss. Zool. 21. 1871.
4. Claus, C., Beobachtungen über die Bildung des Insekteneies. Zeitschr. f. wiss. Zool. 14. 1864.
5. Demandt, C., Der Geschlechtsapparat von *Dytiscus marginalis*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 103. 1912.
6. Escherich, K., Anatomische Studien über das männliche Genitalsystem der Coleopteren. Zeitschr. f. wiss. Zool. 57. 1894.
7. — — Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. I. Berlin 1914.
8. Fuchs, G., Morphologische Studien über Borkenkäfer. I. Die Gattungen *Ips* De Geer und *Pityogenes* Bedel. München 1911.
9. Groß, J., Untersuchungen über die Histologie des Insektenovariums. Zool. Jahrb. Abt. Anatomie 18. 1903.
10. Harnisch, W., Über den männlichen Begattungsapparat einiger Chrysomeliden. Zeitschr. f. wiss. Zool. 114. 1915.
11. Heymons, R., Die Entwicklung der weiblichen Geschlechtsorgane von *Phyllodromia germanica* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. 53. 1892.
12. Imms, A. D., General Textbook of Entomology. London 1925.
13. Keuchenius, P. E., The structure of the internal Genitalia of some male Diptera. Zeitschr. f. wiss. Zool. 105. 1913.

14. Korschelt, E., Zur Frage nach dem Ursprung der verschiedenen Zellenelemente der Insektenovarien. Zool. Anz. 1885.
15. — — Über die Entstehung und Bedeutung der verschiedenen Zellenelemente des Insektenovariums. Zeitschr. f. wiss. Zool. 43. 1886.
16. Lindemann, K., Vergleichend anatomische Untersuchung über das männliche Begattungsglied der Borkenkäfer. Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou. XLIX. 1875.
17. Mollison, Th., Die ernährende Tätigkeit des Follikel epithels im Ovarium von *Melolontha vulgaris*. Zeitschr. f. wiss. Zool. 77. 1904.
18. Nüßlin, O., Zur Anatomie und Biologie der Borkenkäfergattung *Cryphalus* 1. Die weiblichen Genitalien. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft 1910.
19. — — Phylogenie und System der Borkenkäfer. I. Teil. Allgemeine Kritik des Wertes der diagnostischen Merkmale. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie 1911/12.
20. Saling, Th., Zur Kenntnis der Entwicklung der Keimdrüsen von *Tenebrio molitor* L. Zeitschr. f. wiss. Zool. 86. 1907.
21. Schröder, Chr., Handbuch der Entomologie. Jena. Erscheint seit 1912.
22. Schröder, L., Entwicklungsgeschichtliche und anatomische Studien über das männliche Genitalorgan einiger Scolytiden. Arch. f. Naturgeschichte 68. I. 1902.
23. Stein, Fr., Die weiblichen Geschlechtsorgane der Käfer. Berlin 1847.
24. Verhoeff, C., Über das Abdomen der Scolytiden, ein Beitrag zur vergleichenden Morphologie des Hinterleibes der Coleopteren. Arch. f. Naturgeschichte 62. I. 1896.
25. Wielowiejski, H. v., Zur Morphologie des Insektenovariums. Zool. Anz. IX. 1886.

b) Für die übrigen Abschnitte.

26. Altum, B., Forstzoologie. III. Insekten. 2. Aufl. Berlin 1881.
27. Barbey, A., Die Bostrichiden Central-Europas. Genf-Gießen 1901.
28. — — Beobachtungen über die Borkenkäfer der Seestrandkiefer. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1906.
29. Beck-Hausrath, Forstschutz. In Loreys Handbuch der Forstwissenschaft 4. Aufl. Tübingen 1925/26.
30. Chapman, T. A., Observations on the habits and transformations of *Hylesinus crenatus*, *H. fraxini* and *H. villatus*. The Entomologist's Monthly Magazine V. 1868/69.
31. Eckstein, K., Forstzoologie. In Loreys Handbuch der Forstwissenschaft. 4. Aufl. Tübingen 1925/26.
32. Eggers, Verbreitung und Lebensweise einiger europäischer Borkenkäfer. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1906.
33. Eichhoff, W., Die europäischen Borkenkäfer. Berlin 1881.
34. — — Über die jährlich wiederholten Fortpflanzungen der Borkenkäfer. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1889.
35. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. Bd. 2. Berlin 1923.
36. Ferrari, J. A., Die forst- und baumzuchtschädlichen Borkenkäfer. Wien 1867.
37. Fuchs, G., Die Borkenkäfer Kärntens und der angrenzenden Gebiete. Naturw. Zeitschr. f. Forst- u. Landwirtschaft 1905. Nachtrag, ebenda 1906.
38. — — Über die Fortpflanzungsverhältnisse der rindenbrütenden Borkenkäfer. München 1907.
39. Hennings, C., Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. I. *Tomicus typographus* L. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1907.
40. — — Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. II. Das Befruchtungsbedürfnis der Borkenkäferweibchen. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1907.
41. — — Beiträge zur Kenntnis der die Insektenentwicklung beeinflussenden Faktoren Biol. Centralblatt 1907.

42. Hennings, C., Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. III. Kleinere Beiträge zur Generationsfrage und Mitteilungen über die Borkenkäfersaison 1907 in und bei Karlsruhe. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1908.
43. — — Experimentell-biologische Studien an Borkenkäfern. IV. Generationsverhältnisse und Fraßformen. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1908.
44. Henschel, G., Entomologische Beiträge. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 1878.
45. — — Die schädlichen Forst- und Obstbauminsekten. 3. Aufl. Berlin 1895.
46. Heß-Beck, Forstschutz. 5. Aufl. 1. Bd. Schutz gegen Tiere, von M. Dingler. Neudamm 1927.
47. Judeich-Nitsche, Lehrbuch der mitteleuropäischen Forstinsektenkunde. Wien 1895.
48. Kleine, R., Die europäischen Borkenkäfer und ihre Nahrungspflanzen in statistisch-biologischer Beleuchtung. Berliner Entom. Zeitschr. 1908.
49. Knoche, E., Beiträge zur Generationsfrage der Borkenkäfer. Forstw. Centralbl. 1900.
50. — — Beiträge zur Generationsfrage der Borkenkäfer. Forstw. Centralbl. 1904.
51. — — Fortpflanzungsverhältnisse bei Borkenkäfern. Forstw. Centralbl. 1907.
52. — — Über Methodik in der Borkenkäferforschung. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1907.
53. — — Borkenkäferbiologie und Borkenkäfervertilgung. Forstw. Centralbl. 1908.
54. Koch, R., Versuche über den Einfluß der Leinwandsäcke bei künstlichen Borkenkäferzuchten. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1906.
55. Kolmodin, G., Grantorkan och barkborren. (Die Fichtentrocknis und der Fichtenborkenkäfer.) Norrlands Skogsvårdsförbunds Tidskrift 1915. Schwedisch. Zitiert nach dem Referat von J. Trägårdh in der Zeitschr. f. angew. Entom. 1916.
56. Köppen, Fr. Th., Die schädlichen Insekten Rußlands. St. Petersburg 1880.
57. Lindemann, K., Beiträge zur Kenntnis der Borkenkäfer Rußlands. I. Über *Tomicus chalcographus* L. und *T. xylographus* Sahlb. II. *Cryphalus alni*, eine neue Spezies. Bull. d. l. Soc. Imp. d. Nat. d. Moscou. XLIX. 1875.
58. — — Neue Beiträge zur Kenntnis der Borkenkäfer Rußlands. I. Einiges über die Lebensweise des *Tomicus typographus*. II. Über *Tomicus chalcographus* L. Deutsche Entom. Zeitschr. 1881.
59. Løvendal, E. A., De Danske Barkbiller. Kjøbenhavn 1898.
60. Meier, A., Ungewöhnliches Vorkommen von *Bostrychus chalcographus* und *Hylesinus minimus*. Monatsschr. f. d. Forst- u. Jagdwesen 1866.
61. Nördlinger, Lebensweise von Forstkerfen. 2. Aufl. Stuttgart 1880.
62. Nüßlin, Über normale Schwärmzeiten und über Generationsdauer der Borkenkäfer. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1882.
63. — — Der Fichtenborkenkäfer *Tomicus typographus* L. im Jahre 1905 in Herrenwies und Pfullendorf. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1905/06.
64. — — Aus dem Leben der Borkenkäfer. Verh. d. naturw. Vereins in Karlsruhe 1906.
65. — — Einmalige oder wiederholte Begattung bei Borkenkäfern, insbesondere bei *Ips typographus* L. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 1907.
66. Nüßlin-Rhumbler, Forstinsektenkunde. 4. Aufl. Berlin 1927.
67. Pauly, A., Über die Generation der Bostrychiden. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1888.
68. — — Erwiderung auf Eichhoffs Artikel „Über die jährlich wiederholten Fortpflanzungen der Borkenkäfer“. Allg. Forst- u. Jagdzeitung 1889.
69. — — Borkenkäferstudien. II. Über die Brutpflege und jährliche Geschlechterzahl des Riesenbastkäfers *Hylesinus micans* Ratz. Forstl. nat. Zeitschr. 1892.
70. Ratzeburg, J. T. C., Forstlich-naturhistorische Bemerkungen, gesammelt auf einer Reise in den Harz im Herbst 1832. Kritische Blätter, herausg. v. W. Pfeil. Leipzig 1833.
71. — — Die Forstinsekten. I. Teil. Die Käfer. 2. Aufl. Berlin 1839.
72. — — Die Waldverderbnis. I. 1866.
73. — — Die Waldverderber und ihre Feinde. 6. Aufl. Berlin 1869.

74. Redtenbacher, L., Fauna austriaca. Die Käfer. 2. Aufl. Wien 1858.
75. Reitter, E., Bestimmungstabelle der Borkenkäfer. Beiheft d. Wiener Entom. Zeit. 1913.
76. Ritzema Bos, J., Tierische Schädlinge und Nützlinge. Berlin 1891.
77. Schewyrew, I., L'énigme des Scolytiens. St. Petersburg 1905. Russisch. Zitiert nach dem deutschen Referat von N. v. Adelung im Zool. Zentralbl. 1905 und nach Hennings 1907 (39).
78. Schwerdtfeger, F., Geschlechtsverhältnis und Fortpflanzungsbiologie rindenbrütender Borkenkäfer. Forstarchiv 1925.
79. — — Äußere Geschlechtsmerkmale bei *Pityogenes chalcographus* L. Ent. Blätter 1926.
80. Seitner, M., Beobachtungen und Erfahrungen aus dem Auftreten des achtzähligen Fichtenborkenkäfers *Ips typographus*. Zentralbl. f. d. ges. Forstwesen 1923.
81. Simmel, R., Aus meinem forstentomologischen Tagebuche. I. *Juniperus communis* als Sterbequartier verschiedener Borkenkäfermännchen? Ent. Blätter 1918.
82. Stilantjew, A., Zur Biologie der Borkenkäfer. 1891. Zitiert nach Hennings 1907 (39).
83. Trägårdh, I., Untersuchungen über einige schädliche Forstinsekten in Schweden. Vorläufige Mitteilung. I. Untersuchungen über die Kiefernmarkkäfer (*Myelophilus*). Zeitschr. f. angew. Entom. 1919.
84. Trédl, R., Nahrungspflanzen und Verbreitungsgebiete der Borkenkäfer Europas. Ent. Blätter 1907.
85. — — Notizen über Flugzeiten der Borkenkäfer. Ent. Blätter 1908.
86. Vogel, R., Geschlechtsverhältnis und Fortpflanzungsbiologie rindenbrütender Borkenkäfer. Silva 1925.
87. Wachtl, F. A., Über die Polyphagie der Tomicidengruppe aus der Familie der Scolytiden. Centrbl. f. d. ges. Forstwesen 1876.
88. — — Die krummzähligen europäischen Borkenkäfer. Wien 1895.
89. Will, J., Die wichtigsten Forstinsekten. 2. Aufl. von M. Wolff und A. Krauß. Neudamm 1922.
90. Wimmer, E., Die Lehre vom Forstschutz. Berlin 1924.



# Neue Literatur.

Eingesandt von Februar bis Juli.

- Abderhalden, Emil**, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. IX. Teil 3, Heft 3. (Darin Federley Harry, Methoden zur Erforschung der Vererbung bei den Lepidopteren.) Berlin, Urban u. Schwarzenberg, 1929. Preis Rm. 10.—.
- Achnudow, Js.**, Die Modifikation der Anophelen unter den äußeren Bedingungen und kritische Betrachtungen der Rassenfrage. — Arch. f. Schiffs- u. Trop.-Hyg. 1928.
- Aequa Camillo**, Les maladies du ver a soie (Crasserie et dysenteries) par A. Paillott et nos études sur le même sujet. — Ascoli Piceno 1929.
- Adler S. and Theodor O.**, The Behaviour of Cultures of *Leishmania* sp. in *Phebotomus papatasi*. — An. trop. Med. and Paras. 1927.
- Adler S. and Theodor O.**, The Transmission of *Leishmania*. — Ebenda.
- Andres, A.**, Description du *Zophosis dakhensis* n. sp. d'Egypte. — Bull. Soc. Ent. d'Egyte. 1929.
- Andres, A.**, Revision des espèces égyptiennes du genre *Ocnera*. — Bull. Soc. R. Ent. d'Egypte. 1929.
- Andres, A.**, Note sur *Gratidia aegyptiaca* Gray. (Orthopt.) — Bull. Soc. R. Ent. d'Egypte. 1929.
- Bachmann, Max**, Spaziergänge eines Naturbeobachters. II. Bei den Weidengewächsen. — München A. Huber, 1928. (165 S. 12 Taf.)
- Baranoff, N.**, Studien an pathogenen parasitischen Insekten I. — Die jugoslavischen Arten der Tachinidengruppe *Echinomyia*. — Instit. f. Hyg. u. Schule f. Volkgesundh. Zagreb 1929.
- Bauer**, Reblandsbekämpfung und Rebveredelung in der Pfalz nach dem Stande von 1928. — Pfalzwein 1929.
- Bayer, Ch. G. Fr. H.**, Over de Biologie van *Pseudococcus adonidum* (L.) Westw. — Leiden 1929. (144 S.)
- Beling, Ing.**, Über das Zeitgedächtnis der Bienen. — Zeit. f. vergl. Phys. IX. 1929. (78 S. 28 Tab.)
- Bishara Ibrahim Eff**, Preliminary Experiments with Dusting and Spraying against Insect Pests of Cotton. — Min. Agr. Egypt. Bull. Nr. 77, 1928.
- Blackmann, M. W.**, The Genus *Pityophthorus* Eichh. in North America. A Revisional Study etc. (168 S. 11 Taf.) — Bull. New York St. Coll. Forestry. Vol. I. 1928.
- Blackmann, M. W.**, Notes on *Miracinae*, with Desciptrions of 12 new Species. — Bul. New York St. Coll. Forestry. Vol. I. 1929.
- Blunck, H.**, Die Erforschung epidemischer Pflanzenkrankheiten auf Grund der Arbeiten über die Rübenfliege. — Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 39. 1929.
- Blunck, H., Bremer, H. und Kaufmann O.**, Untersuchungen zur Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenfliege (*Pegomyia hyoscyami* Pz.), 9. u. 10. Mitteil. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII H. 2.

- Blunck, H., und Klynstra, B. H.,** Die Kennzeichen der Jugendzustände in Deutschland und Holland vorkommender *Dytiscus*-Arten. — Zool. Anz. 1929.
- Bodenheimer, F. S.,** Eine kleine Cocciden-Ausbeute aus Griechenland. — Konowia 1928.
- Bodenheimer, F. S.,** Contributions towards the knowledge of the Citrus insects in Palestine. — The Palest. Citrograph. Vol. I. 1928.
- Bodenheimer, F. S.,** Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur. — Biol. Centrbl. 48 Bd. 1928.
- Bodenheimer, F. S., und Schenkin, D.,** Über die Temperaturabhängigkeiten von Insekten. 1. Über die Vorzugstemperatur einiger Insekten. — Zeitschr. f. vergl. Physiol. VIII. 1928.
- Borchers,** Die Flugzeugbestäubung vom industriellen Standpunkt. Der deutsche Forstwirt. 1929.
- Brammana, L.,** Beispiele der schädlichen Einwirkung der Waldgärtner (*Myelophilus*) und ihre Bedeutung für die Frage der Entrindung der Stöcke. — Riga 1928. (Lettisch mit deutschem Resume.)
- Bremer, H.,** siehe Blunck.
- Bremer, H.,** Beitrag zur Epidemiologie der Rübenfliegen-Kalamität. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII. 1929.
- Bremer, H.,** Zur Methodik epidemiologischer Untersuchungen von Getreidefliegenkalamitäten. — Anz. f. Schädlingakde. 1929.
- Burke, H. E.,** The pacific flathead borer (*Chrysobothris mali* Horn). U. S. Dep. Agr. Tech. Bull. Nr. 83, 1928.
- Butovitsch, V. v.,** Neuere russische Forstentomologische Literatur. — Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. 1928.
- Butovitsch, V. v.,** Studien über die Morphologie und Systematik der paläarktischen Splintkäfer (70 S. mit 8 Taf. u. 9 Abb.). — Stett. Ent. Zeit. 1929.
- Conrad, Alb.,** Gesamtdarstellung der Eulenfraßkatastrophe 1922 u. 1923 und ihrer Folgewirkungen im Staatsforstgebiet des Regierungsbezirk Allenstein. — Zeit f. Forst- u. Jagdw. 1929.
- Crystal, R. N.,** The *Sirex* woodwasps and their Parasites. — Emp. Forest. Jour. 1928.
- Crystal, R. N.,** The *Sirex* wood-wasps and their importance in Forestry. — Bull. Ent. Res. XIX. 1928. London.
- Crystal, R. N., and Myers, J. G.,** Natural Enemies of *Sirex cyaneus* F. in England and their life history. — Bull. Ent. Res. XIX. 1928. London.
- Dampf, A.,** Experimento sobre el use de Carbonato de Cobre para proteger al Maiz. — Bol. Mens. 1928.
- Dampf, A.,** La semillas brincadoras de Mexiko. — Ebenda.
- Dampf, A.,** Informe sobre su participacion en el IV. Congr. Internac. de Entomologia. — Ebenda.
- Deutscher Pflanzenschutzdienst,** Mittel gegen Pflanzenkrankheiten, Schädlinge und Unkräuter. — Merkblatt Nr. 8 (2. Aufl.) 1929.
- Dotterweich, H.,** Beiträge zur Nervenphysiologie der Insekten. — Zool. Jahrb. 1928. (50 S.)
- Eidmann, H.,** Die Koloniegründung von *Formica fusca* L. nebst Untersuchungen über den Brutpflegeinstinkt von *Formica rufa* L. — Zool. Anz. (Wasmann-Festband) 1929.
- Emden, Fr. van,** Vier neue Carabiden des Museums f. Tierkunde zu Dresden. — D. Ent. Z. 1928.
- Emden, Fr. van,** Die verwandtschaftliche Stellung von *Euxestus* nebst Beschreibung neuer Arten der Gattung. Tijdskr. v. Ent. 1928.
- Emden, Fr. van,** Die Larve von *Phalacrus grossus* Er. und Bemerkungen zum Larvensystem der Clavicornia. — Ent. Bl. 1928.
- Emden, Fr. van,** Zwei neue *Eptacus* aus Syrien (Col. Curc.) — Ent. Bl. 1928.
- Emden, Fr. van,** Ein Beitrag zur Kenntnis der Lebensgeschichte des Malvenflohkäfers (*Podagrica fuscicornis* L.) — Zeitschr. f. wiss. Ins.-Biol. 1929.

- Enslin, E.**, Entomologische Streifzüge in Palästina. — Ent. Jahrb. 1929.
- Enslin, E.**, Erinnerungen an Ungarn. — Ent. Jahrb. 1927.
- Farbotko, Josef**, Beitrag zur Kenntnis der Panorpatenfauna des nordöstlichen Polens. — Soc. Sc. et Lettres de Vilno 1929.
- Farbotko, Josef**, Materialien zur Kenntnis des Genitalapparates der Panorpaten. — Ebenda 1929.
- Federley, Harry**, Methoden zur Erforschung der Vererbung bei den Lepidopteren. In Abderhaldens Handbuch. 1928.
- Fischel, Werner**, Wachstum und Häutung der Spinnen. I. Mitteilung: Studium an retikelten Spinnen. — Zeitschr. f. wiss. Zoologie. 133. Bd. 1929. (29 S. 2 Taf.)
- Fischer, W.**, Tätigkeitsbericht der Hauptstelle für Pflanzenschutz der Landwirtschaftskammer Hannover über das Jahr 1928.
- Flaas, D. van der**, Bemerkungen über den Bau und der Haut bei den Raupen von *Antheraea pernyi* Guer. — Nowotscherkassk 1929.
- Flos, M.**, Was können wir gegen den Kiefernspanner tun? — Berlin 1929.
- Frickhinger, H. W.**, Die volkswirtschaftliche Bedeutung der Schädlingsbekämpfung. — D. staatl. geprüf. Desinfektor. 1928. —
- Frickhinger, H. W.**, Neues zur Winterspritzung der Obstbäume. — Württ. landw. Genoss. Blatt, 1929 (1. Mai).
- Frisch, K. v.**, Eröffnungsansprache. — Verhdl. d. Zool. Ges. 1928.
- Frisch, K. v.**, Die biologische Blumenfarbe und Blütenduft. — Natur u. Museum. 1928.
- Frisch, K. v.**, Versuche über den Geschmackssinn der Bienen. — D. Naturwiss. 1929.
- Fulmek, Leop.**, Giftigkeitsunterschiede gebräuchlicher Arsenmittel. — Fortschr. d. Landw. 1929.
- Geßner, Alb.**, Prüfung von Rebschädlingsbekämpfungsmitteln im Jahr 1928. — Weinbau u. Kellerw. 1929.
- Goetsch, W.**, Untersuchungen an Getreide sammelnden Ameisen. — D. Naturw. 17. 1929.
- Graham, Sam. A., and Bauhofer, L. G.**, The pine tip moth in the Nebraska National Forest. — Jour. Agr. Res. 1927.
- Gram, Ernst, Jorgensen, C. A., og Rostrup Sof.**, Oversigt over Sygdomme hos Landbrugets og Haverbrugets kulturplanter i 1927. — Tidsskr. for Planteavl 1928.
- Gussew, V. J.**, Nützliche Insekten, die auf mit Borkenkäfern besiedelten Bäumen vorkommen. — Mitt. Leningrader Forstinstitut. 1926.
- Gussew, V. J.**, Der Maikäfer in den Kiefernbeständen des Stawropoler Rayons. 1929.
- Hartzell, Alb.**, Tolerance of different species and varieties of Plants to Naptalene vapor. — Journ. Ec. Ent. 1929.
- Hase, Albrecht**, Zur pathologisch-parasitologischen und epidemiologisch-hygienischen Bedeutung der Milben, insbesondere der *Tyroglyphinae* (Käsemilben), sowie über den sogenannten „Milbenkäse“. — Zeitschr. f. Parasit. 1. Bd. 1929 (56 Seit.).
- Hase, Albrecht**, Über die Wirkungen der Stiche blutsaugender Insekten. — Münch. med. Woch. 1929.
- Hase, Albrecht**, Durch Quarzlichtbestrahlung erzwungene Pigmentveränderungen bei Insekten (Schlupfwespen). — Arch. f. Derm. u. Syphilis. 1929.
- Hawkins, J. H.**, Wireworms affecting, Maine Agriculture. — Maine Agr. Exp. St. Bull. 343.
- Hazelhoff, E. H.**, Carbon Dioxid a Chemical accelerating the Penetration of Respiratory Insecticides into the Tracheal System by Keeping open the Tracheal Vaves. — Journ. Eco. Ent. 1928.
- Hazelhoff, E. H.**, Biologische Bestrijding van insektenplagen met behulp van inheemsche parasiten. — Handel v. het vijfde nederl. Naturw. Congress. 1928.
- Hazelhoff, E. H.**, Methoden ter repaling van topboordersaantasting an topboorderschade. — Arch. v. Suikerindustr. Ned. Indie. 1929.

- Hazelhoff, E. H., Biological Control of *Oregma lanigera* in Java. — Third Conf. Intern. Soc. Sugar Cane Tech. Java 1929.
- Hazelhoff, E. H., Determining the damage done to Sugar-cane in Java by the white Top-Borer and the striped Stalk-Borer. — Ebenda.
- Hazelhoff, E. H., Mechanical Control of the white Top-Borer of Sugar Cane in Java. — Ebenda.
- Hazelhoff, E. H., Insect pests of Sugar Cane in Java. — Ebenda.
- Hecht, Otto, Über Insektenstiche. — Dermat. Wochenschr. 1929.
- Herold, W., Weitere Untersuchungen über die Methode der Zeitflüge. — Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. 1929.
- Herold, W., Beitrag zur Kenntnis der Trichonisciden I. — Zool. Jahrb. Bd. 57. 1929.
- Heß-Beck, Forstschutz. 5. Aufl. II. Bd. Schutz gegen Menschen, Pflanzen, atmosphärische Einflüsse und Flugsand. Von Prof. Dr. Borgmann und Prof. Dr. Funk. Lieferung 1 bis 3. Verlag Neumann-Neudamm. Preis jede Lief. Rm. 4.—
- Heymons, R., u. Lengerken, H. v., Studien über die Lebenserscheinungen der *Silphini* (Coleopt.) IV. *Blitoph. opaca* L. — Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. 14. 1929.
- Heymons, R., u. Lengerken, H. v., Biologische Untersuchungen an coprophagen Lamellicorniern. I. Nahrungserwerb und Fortpflanzungsbiologie der *Scarabaeus* L. — Ebenda.
- Hood, Cl. E., Fish Oil as an adhesive in lead-arsenate sprays. — U. S. Dep. of Agr. Tech. Bull. Nr. 111. 1929.
- Horn, Walther, Über den musealen Mißbrauch mit Insekten-„Typen“. — X. e Congr. intern. Zool.
- Horn, Walther, Über die Not der Entomo-Bibliographie. — Ebenda.
- Illjnski, A., Der Kiefernspinner (*Dendrol. pini*), sein Leben u. die Bekämpfungsmethoden im Walde. — Kiew 1928. (Russisch).
- Insecta Matsumurana. Vol. III Nr. 2 u. 3 (März 1929).
- Jeschikov, J., Zur Frage über die Entstehung der vollkommenen Verwandlung. — Zool. Jahrb. Abt. Anat. u. Ontog. 1929.
- Kalandadze, I., Materialien zu der Fauna und Biologie der Stechmücken in der S. S. R. Georgien. — Tiflis 1929.
- Kalshoven, L. G. E., Massaai afsterben van walikockoen-boomen door den zigzagboorder (*Buprestis*). — Tectona 1929. (Mit 8 Taf.)
- Kalshoven, L. G. E., De beschadigingen, ziekten en plagen van de djatibosschen op Java. Tetona 1929.
- Kamner, Alfr., Die Maikäferschwarmjahre in Siebenbürgen. — Ver. Natur. 1929.
- Kaufmann, O., siehe Blunck.
- Kaufmann, O., Geschichte des Rübenfliegenbafalls in Schlesien im Jahre 1928. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII. 1929.
- Kaufmann, O., Stand der Rübenfliegenfrage im Jahre 1928. — „Zuckerrübenbau“ 1929. H. 6.
- Klauw, C. J. van der, Technische of biologische bestrijding van den Plagen der Culturgewassen? Een kwestie van economische Zoologie of ook een zaak van Wereldbeschouwing? — De Smidse. 1929.
- Klimesch, Josef, Forstliche Bibliographie. Wien 1929.
- Kosobuzkij, M. J., Die „Wintersaateule“ (*Euxoa segetum*) in der Kasanschen Republik. — Ishewsk 1928. (Russisch).
- Kuntze, R., und Poluszynski, G., Genetische Analyse der Färbungsvariabilität des Kiefernspinners (*Dendrol. pini* L.). — Bull. Ac. Pol. 1928.
- Lauterborn, E., Die Anfänge der Forstzoologie in Baden. II. u. III. — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.
- Maag, R., Baumbespritzung zur Bekämpfung von Insekten-schädlingen und Pilzkrankheiten. — Zürich 1929. Preis Frs. 2.—.

- Maine.** Maine Agr. Exper. Station. Bull. 340—346. Oronto, 1928.
- Marcu, Orest,** Zur Ökologie von *Pyrrhodium sanguineum* L. (Col.). — Verh. u. Mitt. Siebenbürg. Ver. f. Nat. 1928.
- Menzel, R.,** De Plagen van de Thee in Nederlandsch-Indie (Java en Sumatra) en hare bestrijding. — Batavia 1929. (66 S. u. 40 Taf.)
- Merkenschlager, F.,** Oscar Loew, zu seinem 85. Geburtstag am 2. April 1929. — Angew. Bot. XI. 1929.
- Mexiko.** Boletin Mensual. Organo de la Oficina para la Defensa Agricola Bd. II. Nr. 10 11 u. 12.
- Mexiko.** Memorra de los trabajos por la Oficina Federal para la Defensa Agricola. — 1928 (140 S.)
- Mikroskopie für Naturkunde.** Schriften der freien Vereinigungen von Freunden der Mikroskopie. VII. Jahrg., H. 3. Berlin (Bermühler) 1929.
- Mississippi.** The Quart. Bull. of the State Plant Board. Vol. 8 Nr. 3 (1928) u. Nr. 4 (1929), Vol. 9 Nr. 1.
- Mokrzecki, S.,** Die Forleule (*Panolis flammea* Schiff.). Forstentomologische Monographie. (131 Seit. 15 Abb.). — Polnisch. Warschau 1928.
- Montana Insect Pests for 1927 u. 1928.** 22. Report of the State Entom. Bull. 216. Montana 1929.
- Montana.** The Montana State Board of Entomology. — 1927—1928.
- Mordwilko, A.,** Geocica Hart and its anolocyclic forms. Cpt. Rend. Ac. Sc. de l'U.R.S.S. 1928.
- Mordwilko, A.,** Die anolozyklischen Pistazien-Blattläuse und die Verbreitung der Pistazien in der Tertärzeit. Cpt Red. Ac. Sc. de l'U.R.S.S. 1929.
- Mordwilko, A.,** Anolocyclic elm aphids *Eriosoma* and the distribution of elms during the tertiary and glacial periods. — Cpt. Rd. Ac. Sc. de l'U.R.S.S. 1929.
- Morstatt,** Die jährlichen Ernteverluste durch Pflanzenkrankheiten und Schädlinge und ihre statistische Ermittlung. — Ber. über Landw. 1929.
- Müller, Karl,** VIII. Jahresbericht des Bad. Weinbauinstitutes in Freiburg i. Br. — Freiburg 1929. (67 S.)
- Müller, K. O.,** Phytopathologie. In: Oldenburg, Sechs Monate Aufbauarbeit in der Türkei. 1929.
- Naturforscher, Der,** (vereint mit Natur und Technik). Herausgegeben von Walther Schoenichen. Jahrg. 1928/29. H. 11. — Berlin (Bermühler).
- Ohlers, H.,** Forsog med Rygning med forskellige Nicotin-Midler i Vaeksthuse. — Gartner Tids. Kopenhagen 1928.
- Patch, E. M.,** The Foxglove Aphid on Potato and other Plants. (*Myxus pseudosolani* Theob.). — Maine Agr. Exp. St. Bull. 146. 1928.
- Phipps, C. R.,** The Black Army Cutworm. A Blueberry Pest. (*Agrotis fennica* Tausch). — Maine Agr. Exp. St. Bull. 340. 1928.
- Phipps, C. R.,** The Chain-dotted Measuring Worm. A Blueberry Pest. (*Cingilia catenaria* Dr., Geom.). — Maine Agr. Exp. St. Bull. 345. 1928.
- Proserow, S. S.,** Die Brandflächen in Kiefernbeständen als Ansteckungsherd. — Mitt. Forstl. Versuchswesen Sibir-Omsk 1929.
- Prüffer, Jan,** Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Lepidopterenfauna des nord-östlichen Polens. (Polnisch). — Soc. Sc. et. Lettres de Vilno 1929.
- Prüffer, Jan,** Observations et experiences sur la vie sexuelle du ver à soi (*Bombyx mori*). — Polnisch m. franz. Res. — Ebenda.
- Prüffer, Jan,** On the innervation of the frenulum of Lepidoptera. — Ebenda.
- Reinhold,** Die amerikanischen Forsten und Forstprodukte. — Forstw. Centralbl. 1928.
- Rettlich,** Das Auftreten schädlicher Insekten in Baden im Jahr 1928. — Bad. Bl. f. ang. Ent. 1928.

- Rettich**, Das Auftreten der Kieferbuschhornblattwespe (*Loph. pini* L.) in Baden 1928. — Silva 1929.
- Ripper**, W., Die Raupe der Kohlschabe (*Plutella maculipennis* Curi.). — Zeitschr. f. wiss. Insekt. Biol. 1928.
- Ripper**, W., Über die systematische Bedeutung der Stellung primären Borsten bei Lepidopterenlarven. Verh. Zool.-Bot. Ges. 1928.
- Ripper**, W., Die Puppen der Knospenwickler. — Zeitschr. Österr. Ent. Ver. 1929.
- Roark**, R. C., Review of U. S. Patents relating to Pest Control. Vol. I. 10—12, Vol. II 1—3. U. S. Dep. Agr. 1928.
- Rörig**, E., Vogelschutz. Flugblatt Biol. Reichsanst. Nr. 67 (2. Aufl.) 1928.
- Rostrup**, Sofie, Krusesygeangreb i Korsblomstrede Planter i 1926 og 1927. Tids. f. Planteavl 1928 (Attacks of Leaf-Curl on Crucifers in Denmark).
- Ruzicka**, Erfahrungen über die Nonne (*Liparis monacha*), gewonnen und gesammelt bei ihrem Fraße in Böhmen und Mähren in den Jahren 1917 bis 1923. (Referat für den internationalen Forstkongreß in Rom 1926. — Vom Autor aus der tschechischen Sprache ins Deutsche übersetzt und ergänzt. Prag 1928.)
- Sasaki**, Chujiro, Notes on a new *Chironomus*. — Proc. Imp. Acad. IV. 1928.
- Schimitschek**, Erw., Moderne Bekämpfung forstlicher Schädliche. — Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 1929. H. 1.
- Schmidt**, Martin, Schädliche Spinnerraupen an Garten-, Park- und Straßenbäumen. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 6. 1928.
- Schmidt**, Martin, Motten- und Wickleraupe an Obstbäumen. — Biol. Reichsanst. Flugbl. Nr. 50. 1929.
- Schröder**, Chr., Handbuch der Entomologie. 41. Lief. (Bd. II. Bogen 80—89). Schlußlieferung. Jena (Gustav Fischer) 1929. Preis Rm. 6 50.
- Schuster**, Julius, Linné und Fabricius. Zu ihrem Leben und Werk. Drei Faksimiles mit einem Nachwort über das natürliche System. — München (Verlag der Münchener Drucke) 1928. Preis Rm. 4.—.
- Schwartz**, G., Die Hauptstelle für gärtnerischen Pflanzenschutz im Jahre 1928. — Sachs. Gärtnerbl. 1929.
- Seitner**, M., *Chortophila laricicola* Karl, die Lärchenzapfen und Samenfliege und ihre Feinde, Parasiten, und Räuber. — Centralbl. f. d. ges. Forstwes. 1929.
- Speyer**, W., Der Apfelblattsauger *Psylla mali* Schmidt. — Monogr. z. Pflanzenschutz Nr. 1. Berlin (I. Springer). Preis Rm. 9.—.
- Takahashi**, R., Coccidae of Formosa (2). — Trans. Nat. Hist. Formosa XVIII. 1928.
- Takahashi**, R., Observations on the Coccidae of Formosa. — Dep. Agr. Gov. Res. Inst. Formosa. 1929. (82 Seit.).
- Takahashi**, R., Notes on some Formosan *Aphididae*. — Trans. Nat. Hist. Soc. Formosa XIX. 1929.
- Technical and Scientific Service**, Bull. Nr. 82, 1929. Bee-Keeping in Palestine and Egypt Compared. June, 1927. By J. E. M. Mellor.
- Thomann**, H., Der graue Lärchenwickler (*Semasia diniana* Gn.) — Jahrb. nat. Ges. Graubünden LXVI. 1929. (44 Seit. 3 Taf.).
- Tomezyk**, Viktor, Beitrag zur Kenntnis von *Oscinis frit* L. in der Umgebung von Wilno in den Jahren 1925 und 1926. — Soc. Sc. et Lettres de Vilno. Tome V. 1925. (Polnisch m. deutschem Resumé).
- Topi**, Mario, Der Kampf gegen die Gallenreblaus. (Veröffentl. durch Weinbaudirektor Bauer). — Wein und Rebe 1929.
- Trägårdh**, Ivar, Studies on the Fauna of the soil in swedish forests. Stockholm 1928. (Schedisch m. engl. Resumé).
- Trägårdh**, Ivar, Untersuchungen über den großen braunen Rüsselkäfer und dessen Bekämpfung. — Medd. Stat. Skogsfors. Häfte 25. 1929.

- Vitomskij, N., Beitrag zur Kenntnis von *Eccoptogaster morawitzii*. — Sem. Rev. Russe d'Ent. XXII. 1928.
- Voelkel, H., Zur Methode der Bekämpfung der Forstschädlinge durch Bestäubung vom Flugzeug aus. — Forstw. Centralbl. 1929.
- Voelkel, H., Methoden zur Prüfung von Pflanzenschutzmitteln. II. Die Bestimmung der Haftfähigkeit von Stäubemitteln. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII. H. 3.
- Tierwelt Deutschlands und der angrenzenden Meeresteile. Herausgegeben von Fr. Dahl. 14. Teil: Schmetterlinge oder Lepidoptera. II. Nachtfalter (Heterocera): Macrolepidoptera. Von Max Gaede. 333 Seit. u. 197 Abb. im Text. Jena (Gustav Fischer) 1929. Preis Rm. 22.—
- Weber, Herm., Kopf und Thorax von *Psylla mali* Schmidt. — Eine monographische Studie. Mit 35 Abb. — Zeitschr. f. Morph. und Ökol. 14. Bd. 1929.
- Weinland, Das, Zeitschrift für Kellertechnik und Weinbau. 1. Jahrg. Hauptschriftleitung: Dr. Fritz Zweigelt. — Wien 1929.
- Wellenstein, G., Waldameisen und Forstschutz. — D. Deutsche Forstwirt. 1929. Nr. 31.
- Weyer, Fr., Untersuchungen über die Keimdrüsen bei Hymenopteren-Arbeiterinnen. — Zeitschr. f. wiss. Zool. 131 Bd. 1928.
- Wiesmann, R., Untersuchungen über die Biologie und Bekämpfung der Obstmade (*Carpocapsa pomonella* L.) in den Jahren 1926/27. — Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinb. 1927.
- Wiesmann, R., Untersuchungen zur Biologie und Bekämpfung des Apfelblütenstechers, *Anthonomus pomorum* L. — Ebenda 1928.
- Wille, J., Die wichtigsten tierischen Schädlinge des Kopfsalates. — Flugbl. Nr. 97 der Biol. Reichsanst. 1928.
- Wille, J., Über die Vertilgung von Wanzen und anderem Ungeziefer im Gebäuderäumen. Gesundheits-Ing. 51. Jahrg. 1928.
- Wille, J., Schädlinge des Salatsamenbaus und ihre Bekämpfung. — Anz. f. Schädlingskunde. 1929.
- Wille, J., Schädlinge an Hülsenfrüchten. — Flugbl. Nr. 57 der Biol. Reichsanst. 1929.
- Wille, J., Die Rübenblattwanze *Piesma quadrata* Fieb., ihre Bedeutung als Schädling und ihre Bekämpfung. — Verh. D. Ges. f. ang. Ent. 1929.
- Wille, J., Die Rübenblattwanze, *Piesma quadrata* Fieb. — Monogr. z. Pflanzenschutz Nr. 2. Berlin 1929. Preis Rm. 9.60.
- Wulff, A., Die Coleoterfauna der Kiefernnadel. — Rev. Russe d'Ent. XXII. 1928.
- Zacher, Fr., Die Mehlmotte und ihre Bekämpfung. — Flugbl. Nr. 16 der Biol. Reichsanst. 1929. 6. Aufl.
- Zillig, Herm., und Niemeyer, Ludw., Massenaufreten der Schmierlaus, *Phenacoccus hystrix* (Bär.) Ldgr. im Weinbaugebiet der Mosel, Saar und Ruwer. — Arb. a. d. Biol. Reichsanst. XVII. 1929.
- Zolk, K., Zur Biologie des Meerettichkäfers, *Phaedon cochlearis* F. — Agronomia. 1928. Tartus.
- Zweigelt, Fritz, siehe Weinland.
- Zweigelt, F., und Stumm, A., Die Direktträger. Wien (Wein-Verlag) 1929. (417 Seit.)
- Zwölfer, W., Entomologie. In: Oldenburg, Sechs Monate Aufbauarbeit in der Türkei. 1929.

# Originalaufsätze.

## Studien zur Epidemiologie, Ökologie und Physiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.)

Von

F. S. Bodenheimer.

Mit Beiträgen von G. Fraenkel und unter Mitarbeit von K. Relch und N. Segal.

Hebräische Universität. Jerusalem.

(Mit 55 Abbildungen.)

Inhalt.	Seite
A. Einleitung von F. S. Bodenheimer . . . . .	437
a) Die großen Probleme der afrikanischen Wanderheuschrecke . . . . .	437
b) Vorwort . . . . .	438
B. Zur Epidemiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke von F. S. Bodenheimer	439
a) Allgemeine Betrachtungen über Epidemiologie . . . . .	439
b) Laboratoriumsversuche zur Epidemiologie von <i>Schistocerca gregaria</i> . . .	439
c) Übersicht über Feldbeobachtungen früherer Autoren . . . . .	444
d) Kausalanalyse der Massenvermehrungen von <i>Schistocerca gregaria</i> . . .	448
C. Körpertemperatur und Wärmeausgleich von F. S. Bodenheimer . . . . .	451
a) Der Wärmeausgleich . . . . .	451
b) Einfluß der strahlenden Wärme auf die Körpertemperatur . . . . .	452
c) Aktive Temperaturregulationen . . . . .	455
d) Über den Gefrierpunkt . . . . .	458
D. Aktivitätsstudien I. Beobachtungen in der Natur von G. Fränkel . . . . .	461
a) Die Aktivität der eben geschlüpften Larven . . . . .	461
b) Die Aktivität der wandernden Larven . . . . .	461
c) Die Aktivität der Imagines . . . . .	472
d) Protokolle der Larvenwanderung . . . . .	474
e) Stundenplan der wandernden Larvenzüge . . . . .	476
E. Aktivitätsstudien II. Versuche im Laboratorium, auch die vitalen Grenzen um-	
fassend von F. S. Bodenheimer . . . . .	478
a) Zur Methodik . . . . .	478
b) Die Aktivitätsskala der einzelnen Stadien . . . . .	478
c) Besprechung der Versuchsergebnisse . . . . .	485
d) Versuche mit dem Aktographen . . . . .	487



	Seite
F. Die Vorzugstemperatur von F. S. Bodenheimer und N. Segal . . . . .	490
a) Die Vorzugstemperatur der einzelnen Stadien . . . . .	490
b) Besprechung der Versuchsergebnisse . . . . .	498
G. Über den Stoffwechsel der verschiedenen Stadien von F. S. Bodenheimer und K. Reich . . . . .	501
a) Apparatur und Methodik der Untersuchungen . . . . .	501
b) Die Atmungsintensität der verschiedenen Stadien bei verschiedenen Tempe- raturen auf Individuen bezogen . . . . .	503
c) Vergleich der Atmungsintensität der verschiedenen Stadien pro Individuum und Gewichtseinheit . . . . .	508
d) Lebensdauer ohne Nahrung; Gewichtsverlust und relative Luftfeuchtigkeit .	509
H. Zur Biologie und Bionomie von <i>Schistocerca gregaria</i> von F. S. Bodenheimer	516
a) Über die Larvenstadien . . . . .	516
b) Einiges über das Wachstum . . . . .	519
c) Zur Gewichtsstatistik und Variabilität . . . . .	521
d) Entwicklungsdauer und Diapause . . . . .	524
e) Zur Phasentheorie . . . . .	528
f) Eizahl und Eiablage . . . . .	530
g) Über die Ursachen des Aussterbens in den Auswanderungsländern . . . .	533
h) Über natürliche Feinde . . . . .	535
i) Bemerkungen über die Bekämpfung von <i>Schistocerca gregaria</i> . . . . .	537
I. Zur Sinnesphysiologie und Sozialpsychologie der wandernden Heuschreckenlarven von G. Fränkel . . . . .	539
a) Sinnesphysiologie . . . . .	539
1. Reaktion gegenüber Licht . . . . .	540
2. Reaktion gegenüber Schwerkraft . . . . .	542
3. Gibt es bei <i>Schistocerca</i> -Larven Thermotaxis? . . . . .	544
4. Ergebnis der sinnesphysiologischen Analyse . . . . .	545
b) Sozialpsychologie . . . . .	545
1. Die sozialen Instinkte . . . . .	547
2. Warum wandern die Tiere zusammen? . . . . .	548
3. Wie entsteht der Wanderzug? . . . . .	549
c) Das Problem der Zugrichtung . . . . .	550
K. Zusammenfassung . . . . .	555
Zusammenstellung der wichtigsten Literatur . . . . .	557

## A. Einleitung.

### a) Die großen Probleme der afrikanischen Wanderheuschrecke.

Obwohl die afrikanische Wanderheuschrecke (*Schistocerca gregaria* Forsk.) zu den größten Geisseln der Menschheit gehört, trotzdem in ihrem Gefolge von Nordindien bis nach Marokko hin in allen Randländern der eremischen Region seit Jahrtausenden Hungersnot und Elend ihr ständiges Gefolge sind, ist die Biologie dieses Tieres in ein Dunkel gehüllt wie nur bei wenigen anderen Insekten von ähnlicher Bedeutung.

Drei Fragenkomplexe grundlegender Art waren als die wichtigsten Lücken in unseren Kenntnissen anzusehen.

Der erste betrifft das plötzliche Erscheinen der riesigen Wanderzüge in den Befallsländern. Die Fragestellung erstreckt sich hier nach zwei Richtungen hin: nach dem Ort der Herkunft und nach den Ursachen der Massenvermehrung. Die Entwicklung einer Massenvermehrung von *Schistocerca gregaria* an Ort und Stelle ist nur einmal von H. B. Johnston<sup>1)</sup> im Sudan verfolgt worden. Wir stellen uns heute vor, daß die Dauerbrutstätten meist sandige Flächen in der Vorwüste sind, die im allgemeinen viel näher an den Befallsstellen liegen, als man bisher annahm. Zahlreiche Untersuchungen hierüber an den vermutlichen Dauerbrutstätten werden es erst gestatten, Endgültiges auszusagen. Ein ausführliches, mehrjähriges Studium an diesen Stellen kann auch in vielen anderen Fragen erst die wünschenswerte Klärung bringen. Die Frage nach den Ursachen der Massenvermehrungen, die durch ein angebliches streng periodisches Erscheinen in Ägypten und Palästina noch komplizierter wurde, spottete bisher jeder Analyse. Der Versuch einer solchen Analyse auf Grund von Laboratoriumsexperimenten wird in der vorliegenden Arbeit unternommen werden.

Auch der zweite Fragenkomplex wurde in unsere Studien einbezogen: die sinnesphysiologischen und instinktmäßigen Grundlagen, auf denen sich die Wanderschwärme aufbauen und durch welche sie zusammengehalten werden. Die von G. Fränkel durchgeführten Untersuchungen gestatten eine schärfere Formulierung der hierher gehörigen Fragen.

Der dritte Fragenkomplex betrifft die sonderbare Entdeckung Uvarovs über die morphologische Verschiedenheit der meisten Wanderheuschrecken, bei denen wir eine vereinzelt lebende, solitäre, und die in den Wanderschwärmen auftretende Herdenform unterscheiden können. H. B. Johnston<sup>2)</sup> hat auch hierüber für *Schistocerca gregaria* die ersten sicheren Beobachtungen über die Umwandlung der einen Form oder Phase in die

<sup>1)</sup> H. B. Johnston, A Further Contribution to our Knowledge of the Bionomic and Control of the Migratory Locust *Schistocerca gregaria* Forsk. (peregrina Oliv.) in the Sudan. Sudan Government. Entomol. Bull. 22, 1926.

<sup>2)</sup> L. c.

andere sammeln können. Das eingehendere Studium dieser Frage lag nicht in unserem diesjährigen Arbeitsplan. Wenn wir hier diese drei Fragenkomplexe als die wichtigsten herausgegriffen haben, so besagt das nicht, daß wir sonst über die Biologie im Klaren wären. Die größten Fragen der Bionomie und der Ökologie: wie Zahl der Generationen im Jahre, Zahl der Eiablagen, von physiologischen Fragen garnicht zu reden, harren erst noch der Durcharbeitung.

### b) Vorwort.

Es ist daher verständlich, daß die neu begründete zoologische Abteilung der Hebräischen Universität in Jerusalem die Gelegenheit der diesjährigen Heuschreckeninvasion in Transjordanien ergriff, um einige der großen Fragezeichen ihrer Lösung näher zu bringen. Es möchte dem Laien und wohl auch vielen Fachkollegen zunächst scheinen, als ob diese Studien ein rein theoretisches Interesse besäßen. Alle Entomologen, die sich mit Heuschreckenproblemen beschäftigt haben, sind sich jedoch darüber einig, daß auch in der Bekämpfung von *Schistocerca gregaria* ein wirklicher Fortschritt erst dann zu erwarten ist, wenn wir die Biologie dieser Art gründlich kennen. In diesem Sinne äußert sich auch B. P. Uvarov in seinem soeben erschienenen grundlegenden und lehrreichen Handbuche „Locusts and Grasshoppers“ (London 1929).

Die Bearbeitung der Probleme wurde so verteilt, daß dem Abteilungsleiter die Bearbeitung der epidemiologischen und ökologischen, dem Assistenten Dr. G. Fränkel die der sinnesphysiologischen Probleme zufiel. Der Natur der Sache gemäß wurde die Hauptarbeit der ersten Problemgruppe auf das Laboratorium, die der zweiten auf das Arbeiten im Felde konzentriert.

Zu danken haben wir in erster Linie Herrn Dr. Magnes, Kanzler der Universität, der Kolonisationsabteilung, der Zionistischen Organisation sowie der Landwirtschaftlichen Versuchsstation der Zionistischen Organisation für rechtzeitige Bereitstellung der erforderlichen budgetären Mindestzuschüsse; ferner dem Agricultural Departement Jerusalem, insbesondere den Herren Col. E. Sawyer, Mr. Shepherd und Mr. A. Grasowsky für freundliche Gewährung eines Platzes für Dr. Fränkel in ihrem Camp.

Die nachstehenden Arbeiten sehen mit Absicht von einer ausführlichen Berücksichtigung der Literatur ab und bringen fast nur eigenes Tatsachenmaterial. Falls sich in den kommenden Jahren Gelegenheit bieten sollte, unsere Studien über *Schistocerca* zu vertiefen und abzurunden, ist für später eine Monographie mit Verarbeitung der Literatur geplant.

Inzwischen ist mein lieber, junger Mitarbeiter N. Segal, von dessen ergebener und zuverlässiger Arbeit die Wissenschaft noch manches zu erwarten hatte, am 23. August den Unruhen in Palästina zum Opfer gefallen. Ehre seinem Andenken!

Jerusalem, den 29. Juli 1929.

F. S. Bodenheimer.

## B. Zur Epidemiologie der afrikanischen Wanderheuschrecke.

Von F. S. Bodenheimer.

### a) Allgemeine Betrachtungen zur Epidemiologie.

Unter Epidemiologie verstehen wir die Kausalanalyse der Massenbewegungen einer Insektenart. Erst kurz vor dem Erscheinen der Wanderheuschrecken in Transjordanien hat Verfasser<sup>1)</sup> versucht, eine allgemeine Epidemiologie der Insektenkalamitäten aufzubauen. Temperatur und Luft- resp. Bodenfeuchtigkeit erwiesen sich kombiniert als die wichtigsten Faktoren, welche wir zu berücksichtigen haben. Eine bestimmte Kombination beider Faktoren stellt stets ein vitales Optimum dar. Jede Entfernung von diesem Optimum verkürzt die Lebensdauer, wirkt ungünstig auf das Tier ein. Diese vitalen Optima können dabei für verschiedene Entwicklungszustände durchaus verschieden sein. Entscheidend für die Epidemiologie sind zumeist nur wenige, oft kurz andauernde Entwicklungszustände des betreffenden Insekts. Hier findet dann eine ganz beträchtliche Sterblichkeit von 90% und mehr der lebenden Individuen statt und dies schwächste, am wenigsten gegen die Einwirkung äußerer Einflüsse geschützte Stadium ist es, welches letzten Endes die Massenbewegung einer Art entscheidend beeinflußt. Sind die klimatischen Bedingungen zur Zeit dieses Entwicklungsstadiums günstig, so ist die Sterblichkeit absolut oder relativ gering, sind sie ungünstig, so ist die Sterblichkeit hoch. Im ersten Falle gelangen wir meist zu einer Übervermehrung, im letzteren Falle bleibt die Individuenzahl der Art an dem betreffenden Orte konstant oder vermindert sich. Bei den meisten bisher untersuchten Insekten sind das Ei- und das jüngste, frisch geschlüpfte Larvenstadium die empfindlichsten Stadien. Die natürliche Sterblichkeit der späteren Larvenstadien, der Puppe und der Imagines ist hiergegen gering, ebenso wie der epidemiologische Einfluß der Parasitenwirkung, des Nahrungsmangels, ja sogar von Seuchen nur selten von Bedeutung ist.

### b) Laboratoriumsversuche zur Epidemiologie von *Schistocerca gregaria*.

Sind die soeben geschilderten Ansichten richtig, so mußten sie einen Weg zur ursächlichen Erforschung der Massenvermehrungen der Heuschrecken weisen, bei denen wir ja bisher vor einem völligen Rätsel standen. Daß die Larven und Imagines von Acridiern außerordentlich

---

<sup>1)</sup> F. S. Bodenheimer, Welche Faktoren regulieren die Individuenzahl einer Insektenart in der Natur? Biol. Zentralbl. Bd. 48, 1928, S. 714—739.

widerstandsfähig gegen äußere Faktoren sind, war bekannt. Auch bei der Wanderheuschrecke ist diese Tatsache oftmals beobachtet worden. Nur Kälte tötete Schwärme von Imagines, doch konnte dieser Faktor für die Epidemiologie in den Dauerbrutgebieten nicht in Frage kommen. Nach unseren Beobachtungen, um dies vorweg zu nehmen, zeigen zwar die ganz frisch geschlüpften Hüpfer des ersten Stadiums eine etwas größere Sterblichkeit als die anderen Stadien, doch muß auch sie als epidemiologisch belanglos betrachtet werden. Es blieb also nur das Ei-stadium übrig. Leider gelang es uns niemals, ganz frisch abgelegte Eier zu erhalten. So konnten nur zwei größere Serien zur Bearbeitung kommen, von denen die erste nicht ganz  $\frac{1}{3}$ , die zweite etwa  $\frac{2}{3}$  ihrer Entwicklung vollendet hatten.

Methodik: Die Versuche wurden in einem multipeln Thermostaten in Anlehnung an den von C. B. Williams<sup>1)</sup> beschriebenen angesetzt. Die Heizquelle war ein elektrisch geheiztes, reguliertes Wasserbad, dessen Temperatur konstant auf 60° C gehalten wurde. Am anderen Ende war eine stets gefüllte, hinreichend große Eiskammer. Zwischen beiden verläuft eine Messingröhre von quadratischem Querschnitt (20 cm Seitenlänge), die mit Kork und Torf gut isoliert ist. Die Temperaturschwankungen waren +0,5° C. Eine genaue Beschreibung wird an anderem Orte erfolgen, je 20 Eier wurden in schmale Glaszylinder gesetzt, die ihrerseits wieder in Reagenzgläser hineinpaßten. Der Boden des Reagenzglases enthielt die Chemikalien zur Regulation der Luftfeuchtigkeit. Die Eier ruhen in der Mitte des Glaszylinders auf einem lockeren Wattetropfen. Das Reagenzglas mit dem Zylinder wird dann ganz gut mit Watte verschlossen und im Innern des Reagenzglases herrscht wenigstens für 5—7 Tage eine mehr oder weniger konstante Luftfeuchtigkeit. Zur Herstellung der verschiedenen Feuchtigkeitsgrade bedienten wir uns der folgenden Chemikalien:

Relative Luftfeuchtigkeit	Chemikalien	Volumteile
%		
0	CaCl	100
	%	
10	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 66	136 H <sub>2</sub> O + 145 H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> cmc.
20	„ 59	164 129
40	„ 48	208 106
60	„ 39	244 86
70	„ 33	268 73
80	„ 26	296 57
90	„ 23	303 50
100	H <sub>2</sub> O	100 —

<sup>1)</sup> C. B. Williams and T. W. Kirkpatrick, A multiple temperature incubator. Min. Agric. Egypt Bull. 38. Kairo 1924.

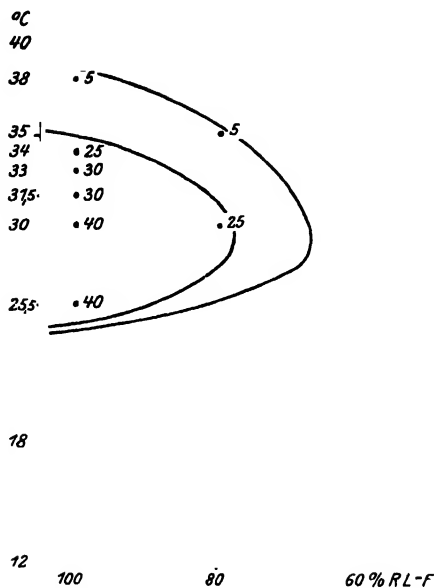


Abb. 1. Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Mortalität der Eier in frühen Entwicklungsstadium. (In % der schlüpfenden Eier.)

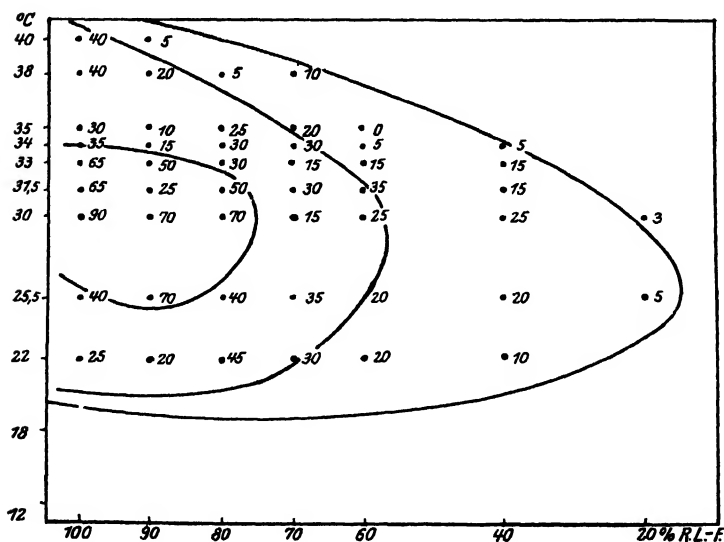


Abb. 2. Einfluß der Temperatur und Luftfeuchtigkeit auf die Mortalität der Eier in späteren Entwicklungsstadium. (In % der schlüpfenden Eier.)

An 11 verschiedenen Temperaturen wurden nun Gläser die je eine Serie solcher Reagenzgläser mit Heuschreckeneiern enthielten, bei verschiedener Luftfeuchtigkeit aufgestellt.

Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 1 und 2 zusammengestellt:

Tabelle 1

Prozent der geschlüpften Hüpfer aus Eiern, die erst  $\frac{1}{3}$  ihrer Entwicklung vollendet hatten.

Relative Luftfeuchtigkeit in %											
0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	—	—	—	—	25	—	—	—	5	—	—
100	—	—	—	40	40	30	30	25	—	5	—
Temperatur	0	10	18	25,5	30	31,5	33	34	35	38	40°C.

Tabelle 2.

Prozent der geschlüpften Hüpfer aus Eiern, die  $\frac{2}{3}$  ihrer Entwicklung vollendet hatten.

Relative Luftfeuchtigkeit in %											
20	—	—	—	5	5	—	—	—	—	—	—
40	—	—	10	20	25	15	15	5	—	—	—
60	—	—	20	20	25	35	15	5	—	—	—
70	—	—	30	35	15	30	15	30	20	10	—
80	—	—	45	40	70	50	30	30	25	5	—
90	—	—	20	70	70	25	50	15	10	20	5
					(60)						
100	—	—	25	40	90	65	65	35	30	40	40
Temperatur	12	18	22	25,2	30	31,5	33	34	35	38	40° C.

Wir heben hieraus die Beziehungen des Schlüpfens zu Temperatur und Luftfeuchtigkeit besonders hervor:

Tabelle 3.

Beziehung zwischen relativer Luftfeuchtigkeit und Schlüpfen.

	Es schlüpften bei:								
	0	20	40	60	70	80	90	100%	Rel. L. F.
Versuch I	—	—	—	—	—	6	14	34	
Versuch II	—	2	18	24	37	59	57	86	
Summe	—	2	18	24	37	65	71	120	

Tabelle 4.

Beziehungen zwischen Temperatur und Schlüpfen.

	Es schlüpften bei:												
	8	10	12	18	22	25,2	30	31,5	33	34	35	38	40°C.
Versuch I	—	—	—	—	—	5	13	6	6	5	1	1	—
Versuch II	—	—	—	—	30	46	60	44	38	24	17	15	9
							(51)						
Summe (korrigiert)	—	—	—	—	30	54	73	57	43	29	18	16	9

Es fällt dabei ohne weiteres ins Auge, daß eine starke Abhängigkeit von beiden Faktoren besteht. Das vitale Optimum für die Eientwicklung befindet sich bei 30° C und 100% Rel. L. F. Der Bereich günstiger Temperaturen erstreckt sich von 25,5–33° C., derjenige günstiger (Boden-) Feuchtigkeit auf ganz feuchte Böden. Hierbei besteht ein grundsätzlicher Unterschied insofern, als die jüngsten Entwicklungsstadien gegen beide Faktoren viel empfindlicher sind. Bei 80% Rel. L. F. schlüpfen bereits nur  $\frac{1}{7}$  derjenigen Eier, die sich bei 100% entwickeln. Bei den Eiern, welche bereits  $\frac{2}{3}$  ihrer Entwicklung vollendet hatten, bevor sie in die experimentellen Bedingungen gebracht wurden, schlüpften bei 80% Rel. L. F. noch über die Hälfte der Eier, die sich bei 100% entwickelten. Bei ungefähr 18° C liegt der Entwicklungsnulldpunkt. In keiner der Zuchten unterhalb von 18° C entwickelte sich nur ein einziges Ei. Soweit die Eier nicht vertrockneten, zeigte sich noch keine Embryoanlage in ihnen, welche erst in der zweiten Entwicklungshälfte zu erscheinen pflegt.

Diese Resultate, besonders der Tabelle 1, waren zunächst äußerst verblüffend. *Schistocerca gregaria* Fors. ist uns als ausgesprochenes Wüstentier bekannt, das sich

weder in der mediterranen (sensu latiori) noch in der feuchten afrikanischen Zone dauernd zu halten vermag. Es war daher erstaunlich, daß die optimalen Entwicklungsbedingungen für das epidemiologisch entscheidende Eistadium in einer ganz feuchten Umgebung sein sollten. Tatsächlich war auch der Boden in den Bergen Moabs, in denen in diesem Frühjahr die Eiablage und Entwicklung der großen Schwärme stattfand, bis über das Schlüpfen der Hüpfer hinaus feucht. Ähnliche Beobachtungen aus der Natur werden wir im nächsten Absatz bringen.

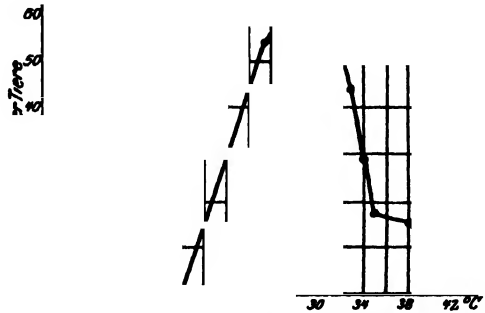


Abb. 3. Einfluß der Temperatur auf das Schlüpfen der *Schistocerca*-Eier.



Abb. 4. Einfluß der Luftfeuchtigkeit auf das Schlüpfen der *Schistocerca*-Eier.



### c) Übersicht über Feldbeobachtungen früherer Autoren.

Bereits Künckel d'Herculais (1893 I S. 82/83) bemerkt, daß zur Eiablage sandige, leichte Böden, die Betten der Trockentäler (Wadis), aber auch mehr steinige Böden gewählt werden, wenn sie nur noch einige Feuchtigkeit bewahrt haben: „Si la chaleur, et même une assez forte chaleur, est indispensable pour l'incubation des oeufs, elle doit toujours être humide pour assurer l'évolution des embryons.“

Aus Ägypten wird vom Jahre 1891 berichtet (l. c. I S. 802), daß die Eiablage nur auf feuchten Baumwollfeldern und an den Rändern der Nilkanäle stattgefunden habe.

Cotes (1890, zitiert nach Uvarov 1929 S. 254) schildert die Eiablageplätze im Pundjab wie folgt: „The locusts breed in the most sandy and desert districts of Rajputana, especially in the taburs or sand hills of South-Western Manour and Mullanni. The locality mentioned presents a succession of sand-hills from 50 to 200 feet high and some miles long. As a rule they run in a south-easterly direction. This remarkable tract extends over thousands of square miles. . . During the monsoon season [= Regenperiode], it is fairly green from the growth of a species of Mimosa on which the camels feed. At other periods it presents a bright blinding whitening appearance.“

Vosseler (1905 S. 301)<sup>1)</sup> schreibt: „Unter der Einwirkung der Trockenheit und anderen äußeren Einflüssen werden nicht nur Heuschrecken —, sondern auch andere Insekten Eier veranlaßt, mit vollständig entwickeltem Embryo bis zum Eintritt günstiger Umstände zu ruhen. In Bulwa wie in Museha herrschte in der Zeit, die für das Auskommen der Brut vielleicht schon in Betracht hätte kommen können (15. bis 16. Tag), Hitze und Trockenheit. An beiden Plätzen erfolgte das Auskriechen auf einen kleinen Regenguß hin, der in Muhesa am 17. Dezember niedergegangen war und den Boden bis zu den Eiern durchfeuchtet hatte. Besonders für die sehr geschützt und warm gelegenen Brutplätze in Muhesa möchte ich eine durch Trockenheit verursachte Verzögerung des Auskriechens der reifen Eier von etwa 5–8 Tagen annehmen, da die äußeren Verhältnisse in allen wesentlichen Punkten den in Mombo beobachteten glichen, an diesem Ort aber die Brut schon am 16. Tag das Ei verließ.“

Der Einfluß der äußeren Umstände auf die Dauer der Embryonalentwicklung zeigt der Zuchtversuch im Laboratorium sehr anschaulich. Von frisch am 25. November gefangenen Weibchen legte ein Teil in kleinen ca. 7 cm hoch mit der Erde angefüllten Zuchtkäfigen die Eier am 5.–6. Dezember ab, und zwar zumeist oberflächlich in die Winkel des Behälters oder zwischen die als Futter gereichten Pflanzen. Die Eier

<sup>1)</sup> Vosseler, Die Wanderheuschrecken in Usambara im Jahre 1903/1904, zugleich ein Beitrag zu ihrer Biologie. — Berichte über Land- und Forstwirtschaft in Deutsch-Ostafrika. Bd. II. Heidelberg 1905. S. 291–374.

waren sehr lose verklebt, teilweise einzeln verstreut, der sogenannte Schaumpfropf zumeist als unregelmäßig gewundener weißer bis gelbbrauner Zylinder für sich abgelegt. Seine Konsistenz ist der des Sonnenhlumenmarkes vergleichbar. Drei Päckchen lagen in der Erde, am Boden breitgedrückt, also 7 cm tief vergraben. Eines davon wurde in situ belassen, die beiden andern am 15. Dezember ausgehoben und in geringer Tiefe, ein Teil 4—5 cm, der andere nur 3 cm, wieder eingegraben. Die Eier waren auch hier sehr lose verbunden, gewöhnlich nur 2—3 zusammengeklebt. Die von Anfang an kaum feucht zu nennende Erde war während der Dauer der Entwicklung nur einmal, 14 Tage nach der Eiablage, leicht benetzt.

Das Auskriechen erfolgte am 2. und 3. Januar, also nach 26—28 Tage bei einer durchschnittlichen Temperatur von 24° C. im Zimmer.“

L. H. Gough (1916 S. 23/24) berichtet über die Erfahrungen des Jahres 1925 in Ägypten<sup>1)</sup>: „The females appear to be very careful in the selection of the best site in the neighbourhood for depositing their eggs; and yet the choice varies immensely in different places. Absolute dry sand and wet mud are never used if more suitable positions are available, yet Mr. Shepherd reports that he has found egg-masses in dry drift sand banked up under a wall. The wind has blown away the top layer of sand, and left the egg-masses projecting from the sand. Moisture is normally always required, not too recently irrigated fields being very attractive. A favourite place is always where an inch or two of dry sand covers a moist sand, clay, or silt. Banks of canals and drains or irrigation channels in the fields are often selected. In such places the eggs are in a definite zone, not too close to the water (at the time of laying) nor so high above it as to cause the place to be too dry. In cultivated fields the higher parts and unfertile patches known as boor land are very frequently chosen. . . . Along the banks of the Niles, the basins and similar places, the eggs were often found at one particular level above the water, forming a strip of perhaps a metre wide by one or more kilometres long. Above or below these strips no eggs were laid. The edges of fields were also very frequently selected, as were the moist beds of Nili canals in the basins. Mr. Bayne Jardine remarks that he found many egg-masses in the cracks of the soil in basin land, but that these eggs failed to hatch owing to the land drying up.

The presence of salt in land did not everywhere prevent females from laying, but in some cases, where there was an excessive quantity of salt, the eggs did not mature. In the Beheira, Gharbia, and the Fayûm it was observed in very salty land that females bored holes but did not lay. Soft slightly moist soil was usually selected, but eggs were also

<sup>1)</sup> Report on the Great Invasion of Locusts in Egypt in 1915 and the Measures adopted to deal with it. Ministry of Agriculture, Egypt, Cairo 1916.

occasionally found in dried mud, which when examined was as hard as a brick."

Eine vom Landwirtschaftsdepartement in Französisch-Marokko (1923 S. 6) herausgegebene Veröffentlichung bemerkt<sup>1)</sup>:

„La maturation des oeufs nécessite, en outre d'un certain degré de chaleur, une dose d'humidité ambiante qui se trouve généralement réalisée dans la couche arable, surtout dans la zone côtière du Maro Occidental où l'état hygrométrique de l'atmosphère et la fréquence des rosées nocturnes compensent l'évaporation due à l'action solaire."

H. H. King (1921 S. 4—6 schreibt<sup>2)</sup>: „It is possible that oviposition sometimes takes place in dry earth and the eggs remain unhatched until rain falls to moisten them, but there is no evidence that this occurs. When deposited in damp earth they hatch in about fourteen days. . . It will be seen that the locust is dependent largely on rains, for in the absence of rain there is no damp earth in the deserts in which it can deposit its eggs and the only places where suitable conditions can be found are the margins of rivers and artificially irrigated land. Natives of the Sudan hold that the appearance of large flights of locusts before or at the commencement of the rainy season is a sign that the coming rains will be good. Certainly if the rains are poor it is improbable that locusts will be very numerous.

The reason why the locust is so dependent on rain is obvious. If the eggs hatched in dry earth the resulting hoppers would have nothing to eat, as except for bushes the desert is bare until rain falls. If eggs are laid after the first storm and there are no succeeding showers to keep the grass alive the hoppers die of starvation. This does not often happen but I have known it occur."

Von besonderem Interesse ist die folgende Beobachtung von H. B. Johnston (1926 S. 7),<sup>3)</sup> die sich ebenfalls auf den Sudan bezieht: „During the summer of the previous year isolated individuals were met with in July at various places on the coast between Tokar and Port Sudan. Their rarity was remarkable, since not more than six specimens could be found in the course of a day's trek. Vegetation was extremely sparse, and these locusts were evidently not feeding. As a rule they appeared to be lurking beneath bushy plants and grass tufts in a more or less inactive condition.

Specimens taken at this time proved to be very typical flaviventris locusts.

<sup>1)</sup> Notice sur la Lutte contre les Sauterelles. Direction Générale de l'Agriculture, du Commerce et de la Colonisation. Maroc, Casablanca-Rabat, 1923.

<sup>2)</sup> H. H. King, The Migratory Locust (*Schistocerca peregrina* Oliv.). Sudan Government. Entomol. Bull. 12. 1921.

<sup>3)</sup> Loc. cit.

An abnormally heavy rainfall occurred at the end of the year throughout this portion of Red Sea Province, and when the district was re-visited February of the present year, locusts were encountered in a moderate concentration on the same spots where six months previously the solitary locusts had occurred."

Alle Beobachter heben also die Tatsache hervor, daß *Schistocerca gregaria* zur Entwicklung einen feuchten Boden erfordert. Diese Beobachtung steht in vollem Einklang mit den Ergebnissen unserer Laboratoriumsversuche. Im einzelnen wäre zu den Berichten noch Folgendes zu bemerken. Der Bericht von Cotes erwähnt zwar nicht direkt die Bedeutung der Bodenfeuchtigkeit, hebt aber einen mehr oder weniger regelmäßigen Regenfall an den typischen Eiablageplätzen hervor. Daß bei Vosseler die Eier, die frei an der Luft lagen, so leicht geschlüpft sind, hängt mit der feuchtigkeitsgesättigten Luft Usambaras während der Versuchszeit zusammen, die Vosseler selbst an anderer Stelle hervorhebt. Die Bemerkung von King, daß in trockener Erde die Eier längere Zeit ungeschlüpft liegen bleiben und nach Regenfällen dann zu schlüpfen beginnen, ist für *Schistocerca gregaria* sicher unrichtig. Solche Beobachtungen beziehen sich bestimmt auf andere Heuschreckenarten, deren Eier in einer festen Kokonhülle abgelegt werden, welche sie vor Austrocknung schützt und wie wir sie z. B. von *Doclostaurus maroccanus* Thunbg. kennen. Auch Vosseler hebt zwar eine leichte Entwicklungsverzögerung in trockenen Böden hervor. Hierbei ist jedoch wieder an die völlig feuchtigkeitsgesättigte Luft seiner Beobachtungsplätze zu erinnern. Daß große Feuchtigkeit zum Schlüpfen schon entwickelter Eier nicht absolut erforderlich ist, wie es aus der Vosselerschen Erwähnung des Regenfalls vom 17. Dezember hervorzuheben scheint, zeigt eine andere Versuchsserie von uns, die erst 2—3 Tage vor dem Schlüpfen angesetzt wurde.

Tabelle 5.

Relative Luftfeuchtigkeit in %										
60	—	—	7	6	5	8	2	2	3	—
70	—	—	4	16	8	7	9	8	3	—
80	—	—	9	7	10	8	14	8	8	—
90	—	—	10	12	6	10	13	5	8	—
100	—	—	6	7	12	7	10	8	9	2
Temperatur	12	18	25,5	30	31,5	33	34	35	38	40° C

Es schlüpften insgesamt:

	bei	60	70	80	90	100%	relativer Luftfeuchtigkeit					
		33	55	64	62	61	Individuen					
und bei	12	18	25,5	30	31,5	33	34	35	38	40° C.		
	—	—	36	48	41	40	58	31	29	1 Individuen		

Bei 60% relativer Luftfeuchtigkeit schlüpfte also noch über 50% derjenigen Zahl, die bei 100% schlüpften. Das Temperatur-Optimum von 25–34° C ist auch hier deutlich umschrieben.

#### d) Kausalanalyse der Massenvermehrungen von *Schistocerca gregaria*.

Jetzt werden uns auch langsam die wirklichen Voraussetzungen zu einer Massenvermehrung der afrikanischen Wanderheuschrecke klar. Die Dauerbrutstätten, wie sie z. B. Johnston im Sudan beobachtet hat, finden sich in der sandigen Vorwüste. Auch Uvarov weist darauf hin, daß die Vorwüste wohl eher als die eigentliche Wüste hierfür in Betracht kommt. Die Vorwüsten sind aber Landstriche, die zwar jährlich noch eine gewisse Niederschlagsmenge erhalten, die aber in bezug auf ihre zeitliche und ihre Mengenverteilung von großer Unbeständigkeit ist. Um den Heuschrecken günstige Entwicklungsbedingungen, d. h. eine möglichst geringe Sterblichkeit während des Eistadiums zu sichern, müssen also in den betreffenden Jahren die Regen 1. ausreichend und 2. zur Eiablagezeit der Wanderschwärme fallen. Der Boden muß mindestens während der ersten Hälfte ihrer Entwicklung sowohl feucht wie durchlüftet sein und dies bis in 10 cm Tiefe. Eine Austrocknung der oberen 2–3 cm bleibt bedeutungslos, wenn die Schichten von 3–10 cm ihre Feuchtigkeit bewahren. Die Bodenwärme muß im Tagesdurchschnitt zwischen 25–34° C betragen. Sie darf weder merkbar darunter zurückbleiben noch stark darüber steigen. Unter solch optimalen Bedingungen ist dann die Sterblichkeit gering, in der Natur gewiß noch weit geringer als in unseren Versuchen, bei denen die Eier von ihrem natürlichen Legeplatz entfernt weithin transportiert werden mußten. Wir gehen also nicht fehl bei der Annahme, daß unter solchen optimalen Bedingungen von 100 Eiern 80 oder mehr zur Entwicklung gelangen. Wenn wir die normale Eizahl provisorisch mit 100 Eiern veranschlagen, so genügt ein Schlüpfen von 2% der Nachkommen zur Erhaltung der Art. In einem günstigen Jahr würde dann die Zahl der auf derselben Fläche lebenden Heuschrecken auf das 40-fache aufschnellen und, falls im nächsten Jahre ähnlich günstige Bedingungen vorhanden sind, auf das 1600-fache. Erst zwei günstige Jahre hintereinander werden wohl eine solche Massenentwicklung gestatten, wie sie die kilometerbreiten und -tiefen riesigen Wanderschwärme voraussetzen. Hier erinnert die Heuschreckenvermehrung an das aus der Forstzoologie bekannte Entwicklungsschema einer Kalamität, bei der zwischen dem letzten Normaljahr und dem Ausbruch der Kalamität sich zumeist ein sogenanntes Prodromaljahr stärkerer Vermehrung einschleibt.

Auch für diese Erscheinung bietet uns der Verlauf der diesjährigen Kalamität eine Handhabe. Bereits im Jahre 1927 meldete B. P. Uvarov den Beginn einer neuen Vermehrungsperiode von *Schistocerca gregaria* in ihrem gesamten Verbreitungsgebiet. In Palästina waren die einzigen

Vorboten einige wenige geschlechtsreife Imagines, welche Aharoni in der südlichen Küstenebene (dicht nördlich Rechoboth) fing. Im Frühjahr 1928 erschienen dann große Schwärme in Transjordanien, die aber aus Gründen, über die später noch zu sprechen sein wird, nicht zur Eiablage kamen. Erst Ende April und Anfang Mai erschienen in ganz Palästina große Schwärme, die mangels feuchten Bodens nirgendwo zur Eiablage oder doch zur Entwicklung kamen. Nur im Jordantal bei Jericho, am Wadi Audjah und bei Djunih entwickelten sich im Mai kleinere Schwärme an bewässerten Kulturen (Bananen, Gurken). In diesem Jahre (1929) folgten dann neue große Schwärme. Das Vorhandensein von mindestens einem Prodromaljahr (1927) kann also als gesichert gelten.

Zur Klärung sei noch hinzugefügt, daß die Vorwüste keineswegs lebensarm ist, sondern gerade an Feldheuschrecken, auch solchen aus der nahen Verwandtschaft von *Schistocerca gregaria*, überaus reich ist. Dieser Individuenreichtum der Feldheuschrecken ist geradezu eins der Hauptcharakteristika der Vorwüste und Wüste (z. B. bei Jericho, am Sinai, in Ägypten). Auch die ständige Bevölkerung der Dauerbrutstätten brauchen wir uns daher nicht naturnotwendig als individuenarm vorzustellen.

So erklärt sich uns ein fast unlöslich erscheinendes Rätsel der Heuschreckenbiologie in harmonischer Übereinstimmung mit den Grundgesetzen, welche die Massenvermehrungen aller Insekten regulieren. Der Kausalzusammenhang zwischen stärkeren Regenfällen und *Schistocerca*-Vermehrung liegt nicht in der gesteigerten Nahrungsmenge, sondern in den günstigen Entwicklungsbedingungen des für äußere Einflüsse empfindsamsten Stadiums.

Die Periodizität der Wanderzüge ist nur eine scheinbare. Wohl werden für Ägypten (laut L. H. Gough loc. cit.): 1891, 1904, 1915, (1928) für Palästina (laut Bücher 1918 p. 8): 1865, 1878, 1890, 1902, 1915, (1928/29) als Heuschreckenjahre angegeben. Doch erscheinen die älteren Angaben weder ausreichend belegt, noch sind die neueren Angaben vollständig. So berichtet z. B. Aharoni<sup>1)</sup> von folgenden Heuschreckenjahren aus Palästina:

1865/66	
1892	(in Rosch Pinah)
1899	(am Nahr Rubin)
1908	Riesenschwärme in Ain Feschah.

Aus Algier und Marokko ist eine Periodizität sowieso unbekannt, und Massenvermehrungen von siebenjähriger Dauer sind nachgewiesen. Die scheinbare Periodizität der letzten großen Heuschreckeneinfälle in Palästina und Ägypten, die, wie schon aus den Angaben Aharonis hervorgeht, keine absolute war, kann nur im Zusammenhang mit einer ähnlichen

<sup>1)</sup> J. Aharoni, Haarbeh. Jaffa, 1920.

Klimaperiode, welche in den Dauerbrutstätten dieser Länder besonders deutlich zum Ausdruck kommt, erklärt werden. In erster Linie haben wir dabei an die 11—13jährigen Klimaperioden, welche mit den Schwankungen der Sonnenflecken in Verbindung gebracht werden, zu denken, denn klimatische Faktoren (besonders Regenfall) sind es ja, welche den entscheidenden Einfluß auf die Massenvermehrung von *Schistocerca gregaria* haben.

## C. Körpertemperatur und Wärmeausgleich.

Von F. S. Bodenheimer.

Das Problem der Körpertemperatur bei Insekten ist schlechter durchforscht, als man annehmen sollte. Eine eingehende Studie <sup>1)</sup> über diese Fragen ist in Vorbereitung.

Im Gegensatz zu den Homoiothermen hängt die Körpertemperatur der Poikilothermen wesentlich von äußeren Bedingungen ab. Die Außenwelt beeinflusst die Eigenwärme dieser Tiere auf zwei Wegen: durch Wärmeausgleich und durch strahlende Wärme.

### a) Der Wärmeausgleich.

Bringen wir eine Heuschrecke in einen Thermostaten von bestimmter Temperatur aus einer anderen Umgebungswärme, so gleicht sich die Körperwärme dieser Heuschrecke in Bälde an die des Thermostaten an. Dieser Wärmeausgleich folgt, wie in der oben erwähnten Arbeit gezeigt werden wird, ausschließlich dem Wärmeausgleichsgesetz von Newton.

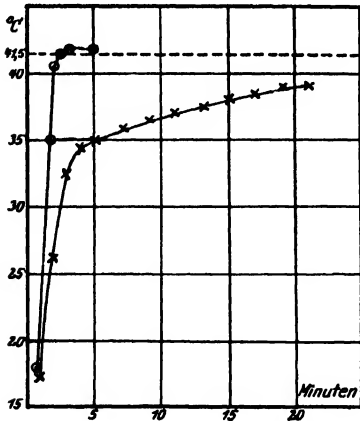


Abb. 5.

Wärmeausgleich von *Schistocerca gregaria*-Larve.  
(1. Stadium)

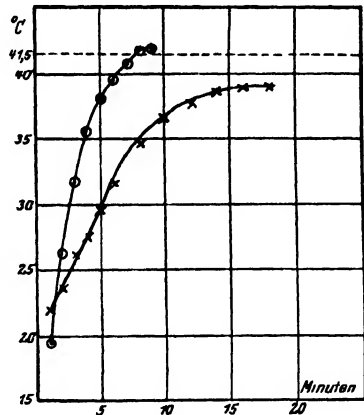


Abb. 6.

Wärmeausgleich von *Schistocerca gregaria*-Larve.  
x - x in trockener Luft. o - o in feuchter Luft.

Wie die beigegeführten typischen Kurven belegen, hängt die Geschwindigkeit des Wärmeausgleichs im wesentlichen von 2 Faktoren ab: von der Größe des betreffenden Insekts sowie von der Luftfeuchtigkeit

<sup>1)</sup> F. S. Bodenheimer und Samburski, Studien über die Körpertemperatur der Insekten.



Vielleicht spielt auch die Körperfarbe eine gewisse Rolle, doch müssen wir sie mangels exakterer Analyse in dieser Hinsicht hier beiseite lassen. Eine sehr auffallende, aber allgemein gültige Erscheinung ist die starke

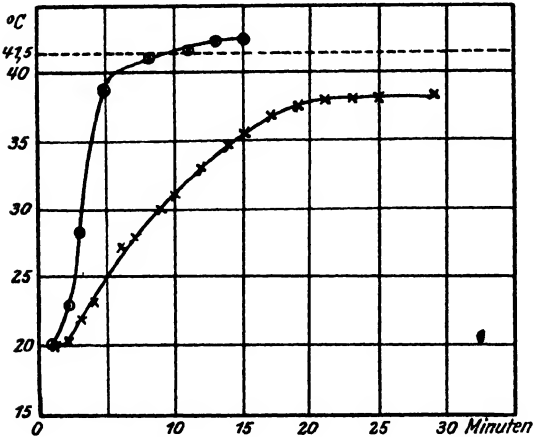


Abb. 7. Wärmeausgleich von *Schistocerca gregaria* ♀.  
x - x in trockener Luft o - o in feuchter Luft.

Verzögerung des Wärmeausgleiches in trockener Luft. Andererseits ist der schnelle Wärmeausgleich kleiner Larven gegenüber großen Larven und Imagines ohne weiteres verständlich.

Der einfache Wärmeausgleich, den wir soeben beschrieben haben, tritt in der Natur nur unter gewissen Voraussetzungen ein: Solange das Insekt der Einwirkung strahlender Wärme entzogen ist und

solange nicht starke Luftbewegungen einwirken. Fehlen diese beiden Faktoren, so besitzt *Schistocerca* wie fast alle anderen Insekten — besonders im Ruhezustande — die Wärme der direkten Umgebung. Bei trockener Luft erfolgen Wärmeausgleichungen langsamer als in feuchter Luft.

### b) Einfluß der strahlenden Wärme auf die Körpertemperatur.

Der Einfluß der strahlenden Wärme ist bei den Heuschrecken besonders deutlich. Während viele Tiere, besonders in der Wüste und

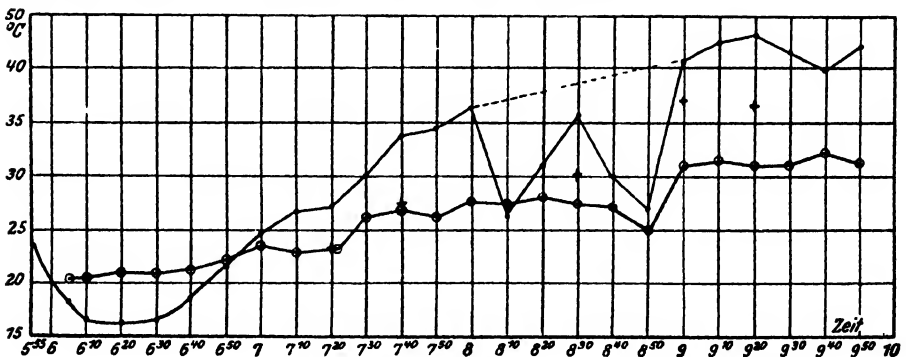


Abb. 8. Körpertemperatur von *Schistocerca gregaria* (Larve 5. Stadium) im Freien (16. V. 29; 6–10 h vorm.).  
o Lufttemperatur. + Bodentemperatur. ● Körpertemperatur.

Steppe, die Sonnenstrahlen fliehen und sich morgens in Schlupfwinkel verkriechen, aus denen sie erst am Abend wieder hervorkommen, lebt unsere Heuschrecke nach Sonnenaufgang erst eigentlich auf und behält

diese Aktivität während des ganzen Tages bei. Aus unseren verschiedenen Messungen geht hervor, daß ihre Körperwärme infolge der strahlenden Wärme sich schnell auf über  $40^{\circ}\text{C}$  erhöht und während des Tages im Sonnenschein zwischen  $40-43-45^{\circ}\text{C}$  schwankt. Diese Temperatur bleibt zwar wesentlich hinter derjenigen eines schwarzen und weißen Kugelthermometers im Vakuum zurück, übertrifft aber beträchtlich die mit einem gewöhnlichen Thermometer gemessene Lufttemperatur in der Sonne sowie die ebenso gemessene Bodentemperatur. Beschattung äußert sich sofort in einem plötzlichen, starken Rückgang der Körperwärme.

Tabelle 6 und Abb. 8 zeigen uns diese Erscheinungen an einem durch 4 Stunden hindurch beobachteten Individuum sehr schön.

(Siehe Tabelle 6 auf S. 454.)

Auch Abb. 9/10 zeigt ähnliche Verhältnisse an.

Vergleichen wir diese Temperaturen mit denen für die verschiedenen Aktivitätsstufen! Die starke Aktivität beginnt bei  $34,9^{\circ}\text{C}$ ; die höchste Erregung (ein pathologischer Zustand) bei  $43,1^{\circ}\text{C}$ ; der Beginn der Para-

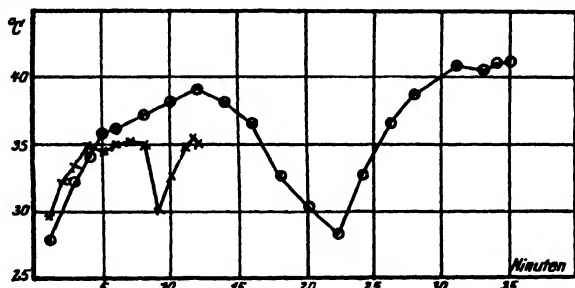


Abb. 9 u. 10. Körpertemperatur von *Schistocerca gregaria*.  
x - x (Larva 1. Stadium) im Freien (12. V. 29). o - o ♀ im Freien (13. V. 29).

lyse bei  $49,6^{\circ}\text{C}$ ; der Tod bei  $50,9^{\circ}\text{C}$ . Die Temperatur von  $40-43^{\circ}\text{C}$  bedeutet also das normale Aktivitätsoptimum, bei dem auch alle physiologischen und Entwicklungsprozesse am raschesten verlaufen und noch harmonisch einander zugeordnet sind. Diese Temperatur besitzen die Tiere an sonnigen Tagen, die während ihrer Entwicklungszeit ungeheuer vorwiegen, und verbringen den größten Teil der übrigen Zeit in Starre, ohne aktiv Energie zu vergeuden. Die strahlende Sonnenenergie wird hier trefflich ausgenutzt, um die Entwicklungs- und Stoffwechselprozesse auf eine optimale Beschleunigung zu bringen. Es ist vollkommen klar, daß wir auf diese Weise  $40-43^{\circ}\text{C}$  als die normale Körpertemperatur von *Schistocerca* während des Tages anzusehen haben; während des Morgens, Abends und der Nachtstunden ist sie gleich der der umgebenden Luft. Dies ist auch der Hauptgrund dafür, daß die bisher bekannten Entwicklungsdaten für *Schistocerca* sich so schlecht mit den klimatischen Durchschnittsdaten der betreffenden Orte in Beziehung setzen ließen. Wir werden später noch darauf zurückkommen.

Tabelle 6.

Messungen der Körpertemperatur des 5. Larvenstadiums von  
*Schistocerca gregaria* auf Stein am 9. Mai 1929.

Zeit	Galvanometer- Temperatur		Vaku- thermometer		Luft- temperatur		Thermosflasche	Bodentemperatur	Sonne und Wind	
			mit weißer Kugel	mit schwarzer Kugel	in Sonne	im Schatten				
5 <sup>15</sup>	+ 0,090	23,5	20,7	20,8	—	—	19,0	—	Schatten	Windstill
6 <sup>05</sup>	— 0,010	18,5	18,7	20,4	20,4	19,8	—	—	„	„
6 <sup>10</sup>	— 0,050	16,5	18,5	20,4	20,4	19,8	—	—	„	„
6 <sup>20</sup>	— 0,055	16,3	18,5	20,2	20,9	19,0	—	—	„	„
6 <sup>30</sup>	— 0,050	16,5	18,6	20,3	20,9	18,9	—	—	„	„
6 <sup>40</sup>	— 0,010	18,5	20,1	23,2	21,3	19,9	—	—	leichte Sonne	„
6 <sup>50</sup>	+ 0,050	21,5	22,3	31,1	22,3	20,5	—	—	„	„
7 <sup>00</sup>	+ 0,110	24,5	26,8	38,0	23,5	20,9	—	—	„	„
7 <sup>10</sup>	+ 0,150	26,5	30,7	42,1	22,9	21,3	—	—	starke Sonne	„
7 <sup>20</sup>	+ 0,160	27,0	33,1	41,8	23,0	21,2	—	23,0	„	„
7 <sup>30</sup>	+ 0,220	30,0	31,7	45,0	26,0	21,3	—	—	„	„
7 <sup>40</sup>	+ 0,290	33,6	37,6	51,1	26,7	22,2	19,1	27,3	„	„
7 <sup>50</sup>	+ 0,305	34,3	38,4	52,3	26,5	22,0	—	—	„	ganz leichte Brise beginnt
8 <sup>00</sup>	+ 0,340	36,2	39,7	57,9	27,5	23,9	19,2	—	„	„
8 <sup>10</sup>	+ 0,140	26,2	37,0	40,0	27,4	23,0	19,2	—	seit 8 Minuten im Baum- schatten	„
8 <sup>20</sup>	+ 0,250	30,7	40,3	50,1	28,0	23,0	19,3	—	seit 4 Minuten wieder in Sonne	„
8 <sup>30</sup>	+ 0,320	35,4	41,0	59,0	27,3	24,0	19,4	30,0	Sonne	„
8 <sup>40</sup>	+ 0,210	29,9	35,5	47,0	26,0	24,0	19,4	—	leichter Baumschatten	„
8 <sup>50</sup>	+ 0,150	27,0	31,0	41,0	25,0	24,0	19,5	—	„	„
9 <sup>00</sup>	+ 0,415	41,8	45,0	63,5	31,0	25,0	19,6	37,0	Sonne	„
9 <sup>10</sup>	+ 0,455	42,3	46,0	65,2	31,5	25,5	19,8	—	„	„
9 <sup>20</sup>	+ 0,460	42,8	46,7	66,0	31,0	25,9	19,8	36,5	„	„
9 <sup>30</sup>	+ 0,430	41,4	46,5	65,0	31,0	26,0	19,9	—	„	stärkerer Wind
9 <sup>40</sup>	+ 0,400	39,9	47,5	65,6	32,2	25,0	19,0	—	„	leichter Wind
9 <sup>50</sup>	+ 0,440	42,0	48,6	65,5	31,3	26,2	20,0	—	„	stärkerer Wind

Das Rätsel der unter Wüstentieren so weit verbreiteten schwarzen Körperfarbe erhält durch diese Beobachtungen ein neues Gesicht. Die schädliche Wirkung der ultraroten Wärmestrahlen wird durch Absorption dieser Strahlen an der Körperperipherie physiologisch abgefangen und für den Organismus unschädlich gemacht.

Endlich sei noch der Einfluß des Windes kurz erwähnt. Leichte Brisen und kurze stärkere Windstöße erniedrigen die Körperwärme oft

um 1—2° C. Als Beispiel sei auf Tabelle 6 verwiesen. Eine besondere Bedeutung haben die starken, heißen Wüstenwinde (Chamzine). Anfang Mai wehte ein solcher mehrere Tage in Transjordanien und Palästina, der überall eine Tagesschattentemperatur von 42° C zeigte. Die Körpertemperatur der Heuschrecken betrug zu dieser Zeit 42 - 44° C. Starker, langandauernder, kühler Wind hat sicher einen bedeutenden Einfluß auf die Körperwärme von *Schistocerca*, da die strahlende Wärme alsdann nur zu ganz unvollkommener Ausnutzung kommt.

### c) Aktive Temperaturregulationen.

Gegenüber diesen großen Schwankungen der Körperwärme, die durch äußere Faktoren verursacht werden, ist die Wärmeproduktion der Heuschrecken außerordentlich gering und verschwindend.

Dauernde und heftige Kriechbewegungen (bei Fixation der Hinterbeine) hatten auch bis 1/4 stündige Beobachtung überhaupt keine Wärmeerhöhung des Körpers zur Folge. Vereinzelte Sprünge ergeben niemals eine Temperaturerhöhung. Nur einmal, als eine Imago fünf kräftige Sprünge hintereinander gemacht hatte, stieg die Körpertemperatur um fast 1°. Diese Wärmeerhöhung glich sich beim Aufhören des Sprunges sofort aus. Da die Heuschrecken nicht ununterbrochen lange Strecken hindurch in großen Sprüngen hüpfen, so kommt auch diese Wärmeproduktion praktisch kaum in Frage.

Nicht ganz so sicher kann die Frage nach der Wärmeproduktion beim Fluge beantwortet werden. Wie uns Versuche an anderen Insekten lehrten, ist der eigentliche Flug — besonders wenn er so wenige Flügelschläge pro Zeiteinheit aufweist wie bei den Heuschrecken — nicht wärmesteigernd. Tatsächlich ergaben Messungen bei kurzen Flügen, daß keine Steigung der Körperwärme eingetreten war. Bei höheren Körpertemperaturen haben wir sogar bei Sphingiden keine Steigung der Körperwärme durch den Flug mehr feststellen können. Eine Beeinflussung der Körperwärme der Heuschrecken durch die beim Fluge stattfindende Wärmeproduktion findet also wohl nicht statt. Eine aktive Erhöhung der Körperwärme durch Flattern oder Fliegen, wie wir sie von Bienen oder Sphingiden her kennen, kommt für *Schistocerca* schon deshalb nicht in Frage, weil die Flugtätigkeit erst bei höheren Temperaturen (25° C) beginnt.

Eine andere Art der Wärmeregulation, die *Neches* für Insekten festgestellt haben will, konnte Verfasser weder an *Schistocerca* noch an anderen Insekten je feststellen. Es handelt sich um eine Erniedrigung der Körpertemperatur durch plötzliche Wasserabgabe.<sup>1)</sup> Nun war irgend eine Art der Regulation bei hohen Temperaturen zu erwarten, da die Tiere ja zwar in optimalen Wärmegraden, aber auch nahe der Grenze tödlicher Wärmeschädigung leben.

<sup>1)</sup> Siehe Bodenheimer und Samburski loc. cit.

Eine solche Wärmeregulation findet tatsächlich statt. G. Fränkel (s. S. 463, 470) hat beobachtet, daß die Tiere sich am Morgen senkrecht zur und am Mittag in der Richtung der Sonnenstrahlen orientieren und einstellen. Im ersten Falle bieten sie den Sonnenstrahlen eine größtmögliche Bestrahlungsfläche dar, im zweiten Falle die denkbar kleinste. Dieser Unterschied in der Bestrahlungsfläche genügt, um einen deutlichen Unterschied in der Körpertemperatur hervorzurufen, wie die folgenden Protokolle zeigen.

Tabelle 7.

Körpertemperaturen von *Schistocerca gregaria*, 5. Stadium, deren Körper abwechselnd parallel und senkrecht zur Richtung der Sonnenstrahlen gestellt sind. 10. V. 29.

Zeit	Körper- temperatur	Vakuumthermometer weiße Kugel	schwarze Kugel	Lufttemperatur		Thermos- flasche
	in °C	in °C	in °C	in Sonne in °C	im Schatten in °C	in °C
Ca 2—3 cm über der Unterlage (Stein), stets ganz leichte						
Körper parallel den Sonnenstrahlen.						
10 <sup>00</sup>	35,7	51,0	67,5	32,5	26,8	21,9
Körper senkrecht zu den Sonnenstrahlen.						
10 <sup>04</sup>	38,7	50,8	67,8	33,0	—	21,9
Körper parallel den Sonnenstrahlen.						
10 <sup>14</sup>	32,5	—	—	—	—	—
10 <sup>21</sup>	37,0	—	—	—	—	—
10 <sup>26</sup>	38,2	51,0	67,0	35,0	—	22,0
Körper senkrecht auf Sonnenstrahlen.						
10 <sup>30</sup>	36,6	—	—	—	—	—
10 <sup>35</sup>	40,1	—	—	—	—	—
10 <sup>38</sup>	42,1	51,0	67,5	35,0	27,0	22,1
Körper parallel den Sonnenstrahlen.						
10 <sup>45</sup>	34,8	—	—	—	—	—
10 <sup>48</sup>	37,6	—	—	—	—	—
10 <sup>50</sup>	38,6	—	—	—	—	—
10 <sup>53</sup>	39,8	—	—	—	—	—
11 <sup>00</sup>	41,6	54,0	69,0	36,5	28,0	22,3
Körper senkrecht auf Sonnenstrahlen.						
11 <sup>05</sup>	35,1	—	—	—	—	—
11 <sup>10</sup>	43,9	—	—	—	—	—
11 <sup>15</sup>	45,1	53,0	69,0	35,8	28,5	22,6
Körper parallel den Sonnenstrahlen.						
11 <sup>23</sup>	35,5	—	—	—	—	—
11 <sup>28</sup>	39,0	—	—	—	—	—
11 <sup>35</sup>	41,0	—	—	—	—	—
11 <sup>41</sup>	42,5	—	—	—	—	—
11 <sup>45</sup>	42,0	54,0	69,0	37,3	29,0	23,0

Zeit	Körper- temperatur	Vakuumthermometer		Lufttemperatur		Thermos- flasche
	in ° C	weiße Kugel in ° C	schwarze Kugel in ° C	in Sonne in ° C	im Schatten in ° C	in ° C
Körper senkrecht auf Sonnenstrahlen.						
11 <sup>48</sup>	42,1	—	—	—	—	—
11 <sup>53</sup>	45,1	54,0	69,0	37,5	—	23,1
12 <sup>00</sup>	43,1	—	—	32,5	—	— frischer Wind
Heuschrecke liegt auf dem Boden (heißer Stein).						
12 <sup>02</sup>	43,2	—	—	—	—	—
12	49,7	53,0	86,0	—	30,0	— 45,0 Bodentemp.

Tabelle 8.

Körpertemperaturen von *Schistocerca gregaria*, 5. Stadium. 12. V. 29.

Zeit	Körper- temperatur	Vakuumthermometer		Lufttemperatur		Boden- temperatur	Thermos- flasche
	in ° C	weiße Kugel in ° C	schwarze Kugel in ° C	in Sonne in ° C	im Schatten in ° C	in ° C	in ° C
A. Auf der Unterlage (Stein).							
Körper in der Richtung der Sonnenstrahlen							
8 <sup>00</sup>	30,5	—	—	—	—	—	—
8 <sup>05</sup>	34,0	—	—	—	—	—	—
8 <sup>06</sup>	35,0	—	—	—	—	—	—
8 <sup>15</sup>	38,0	45	59	33,5	28,0	36,7	18,5
Körper quer zur Richtung der Sonnenstrahlen.							
8 <sup>15</sup>	36,2	—	—	—	—	—	—
8 <sup>25</sup>	38,9	45	59	33,5	28,0	36,9	18,7
B. 2—3 cm über dem Stein, frei in der Luft.							
Körper in der Richtung der Sonnenstrahlen.							
8 <sup>00</sup>	33,0	—	—	—	—	—	—
8 <sup>05</sup>	35,2	—	—	—	—	—	—
8 <sup>10</sup>	36,0	45,5	60	34	28,5	—	19,0
neben dem Tier							
Körper quer zur Richtung der Sonnenstrahlen.							
8 <sup>15</sup>	33,7	—	—	—	—	—	—
8 <sup>20</sup>	37,2	—	—	—	—	—	—
8 <sup>25</sup>	40,2	46	60,7	35	29,0	—	19,2

Wir erhalten also folgende Differenzen:

Körperwärme bei Körperstellung zur Sonnenrichtung.		
senkrecht	parallel	Differenz
° C	° C	° C
38,7	35,7	3,0
42,1	38,2	3,9
45,1	41,6	3,7
45,1	42,5	2,6
38,9	36,0	2,9
40,2	36,0	4,2
Durchschnitt	41,7	38,3
		3,4

Die Schwankungen der Körperwärme infolge verschiedener Einstellung der Heuschrecken zur Richtung der Sonnenstrahlen betragen also  $2-1^{\circ}\text{C}$ . Diese Temperaturdifferenz kann an der Grenze der Wärmeschädigung entscheidend werden. So besitzt *Schistocerca* einen einfachen Hitzeschutz. Es ist unnütz zu betonen, daß im Aufsuchen von Strauch- und Krautschatten ebenfalls ein Hitzeschutz liegt. Von fernerer Bedeutung ist das Aufrichten des Körpers in der heißen Tageszeit, da der Hinterteil des Körpers so in eine Distanz von  $1-2\text{ cm}$  von der ebenfalls wärmestrahrenden Boden- resp. Steinoberfläche erhoben wird.

Um festzustellen, ob die in Abb. 8—10 bestehende Differenz zwischen der Körpertemperatur der verschiedenen Stadien eine ständige sei, wurden mehrere Messungen ausgeführt. Es ergaben z. B. am 23. V. 29 zwischen 1 und 2<sup>h</sup> mittags:

Tabelle 9.

	Körpertemp. nach 10 Min. Exposition in °C	Thermometer am Boden		Schwarzes	Weißes	Windver- hältnisse
		in Sonne in °C	im Schatten in °C	Kuglthermometer im Vakuum		
				in °C	in °C	
Larve 3. Stad.	43,0	36,0	31,5	60,0	45,5	gelegentl. Windstöße
Larve 2. Stad.	41,5	36,8	32,0	65,0	49,5	mittl. Wind
Imago ♂ . . .	41,0	35,0	31,0	64,1	48,7	„ „

Die zuvor gemessene Differenz ist also eine zufällige. Grundsätzliche Unterschiede zwischen Larven- und Imago-Temperatur bestehen nicht.

#### d) Über den Gefrierpunkt.

Bei einer Temperatur von  $-14^{\circ}\text{C}$  gefroren die Imagines der eiblegenden Generation (Mitte März 1929) nach 8—11 Minuten, die kleineren ♂ etwas früher als die ♀. Der Gefrierpunkt war

bei 3♂	— 1,7	— 1,5	— 1,4	} — 1,5 $^{\circ}\text{C}$ .
bei 3♀	— 1,5	— 1,6	— 1,3	

Die Imagines waren alle tot, nur je 1 ♂ und 1 ♀ zuckten noch mit den Antennen und Mundgliedmaßen am nächsten Morgen, ohne jedoch imstande zu sein, auch nur schwerfällig herumzukriechen.

Kleine schwarze ausgefärbte Larven des ersten Stadiums gefrieren infolge ihrer Kleinheit natürlich außerordentlich schnell. Nach  $1\frac{1}{2}$  Min. war stets der Gefrierpunkt erreicht (bei einer Außentemperatur von  $-10^{\circ}\text{C}$ ). Derselbe war: — 1,3; — 1,6; — 1,6; — 1,3; — 1,3 =  $-1,4^{\circ}\text{C}$ , d. h. identisch mit dem der Imagines.

Die Tiere vertrugen einen kürzeren Aufenthalt in  $-10,0^{\circ}\text{C}$  gut, wenn die Körpertemperatur nicht unter  $-2,0^{\circ}\text{C}$  gesunken war. Die Verhältnisse bei einigen frisch geschlüpften Imagines (Ende Mai 1929) sind aus der beifolgenden Tabelle zu ersehen.

Tabelle 10.

Gefrierpunkt von frischgeschlüpften Imagines von *Schistocerca gregaria*. (Mai 1929.)

Zeit in Minuten	Körpertemperatur in °C			
	♀ 1 (— 14,0 °C)	♀ 2 (— 16,0 °C)	♂ 1 (— 13,0 °C)	♂ 2
1	30,6	29,8	28,9	28,0
2	25,2	25,5	24,0	23,7
3	16,9	20,6	18,6	18,8
4	11,0	16,3	14,3	15,0
5	6,7	12,0	10,0	11,8
6	4,5	8,8	6,8	8,6
7	2,3	5,6	4,0	5,8
8	0,5	3,4	1,8	3,6
9	0,0	0,6	0,0	1,4
10	G. P. — 0,5	— 0,5	— 0,5	— 0,4
11	— 0,5	G. P. — 1,0	G. P. — 1,0	U. K. — 1,5
12	— 0,5	— 1,0	— 1,0	G. P. — 1,0
13	0,5	— 1,0	— 1,0	— 1,0
14		— 1,0	— 1,0	— 1,0
15		— 1,0	— 1,0	— 1,0
16		— 1,0	— 1,0	
17		— 1,0	— 1,3	
18		— 1,0	— 1,3	
19		— 1,0	— 1,3	
20		— 1,0	— 1,3	
21		— 1,0	— 1,5	
22		— 1,3	— 1,5	
23		— 1,3	— 1,8	
24		— 1,3		
25		— 1,6	— 2,0	
26		— 1,6		
27		— 1,8		
28		— 1,8	— 2,6	
29				
30			— 3,1	
31			— 3,7	
32			— 4,2	
34		— 4,8		
35		— 6,4		
36		— 7,5		
39		— 10,3		

U. K. = Unterkühlung. — G. P. = Gefrierpunkt.



Der Gefrierpunkt ( $-0,5$ ;  $-1,0$ ;  $-1,0$ ;  $-1,0$ ;  $-0,9^{\circ}\text{C}$ ) liegt etwa  $\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$  höher als bei den Mäztieren. Eine Unterkühlung wurde bei 15 Versuchen nur einmal wahrgenommen und betrug auch hier nur

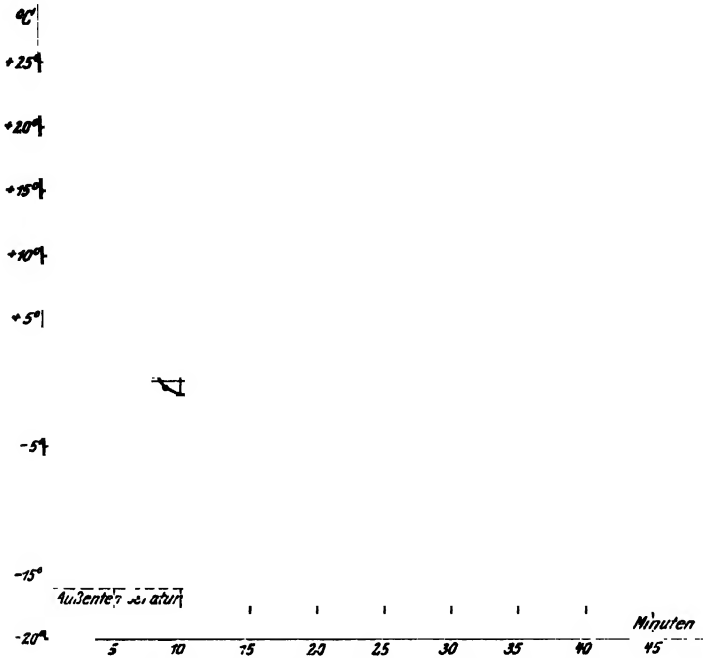


Abb. 11. Körpertemperatur von *Schistocerca gregaria*-♀ bei tiefen Temperaturen (Wärmeausgleich).

$\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$ . Über die Beziehungen zwischen Gefrierpunkt und Unterkühlung wird an anderer Stelle noch zu reden sein. Eine biologische Schutzwirkung, wie Bachmetjev<sup>1)</sup> will, ist mit diesen Verhältnissen keinesfalls verbunden.

<sup>1)</sup> P. Bachmetjev, Experimentell entomologische Studien I. Leipzig 1901.

## **D. Aktivität I. Feldbeobachtungen.**

Von G. Fränkel.

### **a) Die eben geschlüpften Larven.**

Das Schlüpfen der jungen Larven scheint vorzugsweise in den Morgenstunden zu erfolgen. Ich sah am 31. III. und 1. IV. 29 morgens zwischen 7 und 10 Uhr viele ganz frisch geschlüpfte noch nicht ausgefärbte Tiere, während dort in den Mittagsstunden kaum nicht ausgefärbte Tiere anzutreffen waren. (Der Ausfärbeprozess geschieht in etwa 4 Stunden.) Die frischgeschlüpften Tiere wandern in den ersten Tagen noch nicht. Sie bleiben an den Eiablageplätzen, hüpfen herum, sonnen sich auf Steinen. An Eiablageplätzen sind die Eiröhren nicht gleichmäßig über den Boden verteilt, sondern es finden sich in gewissem Abstand voneinander Anhäufungen von 10 und mehr Eiröhren auf einem qdm. Die Tiere, die in nächster Nachbarschaft voneinander ausschlüpfen, halten sich von den ersten Tagen an zusammen als geschlossene Schar. An einem Eiablageplatz, an dem gerade die Jungen schlüpfen, sieht man in Abständen von mehreren Metern Gruppen von jungen Tieren, die zusammen in bestimmter Richtung hüpfen oder sich dichtgedrängt auf einem Stein sonnen.

Auf die Wanderschaft begaben sich die Larven ungefähr 8 Tage nach dem Schlüpfen der ersten, etwa um die Zeit, als viele Tiere schon ins 2. Larvenstadium übergegangen waren. Jedoch besteht ein junger wandernder Schwarm zum großen Teil aus Larven des 1. Stadiums, und viele sind an ihrer Größe als frischgeschlüpfte Tiere kenntlich. Die ganz jungen Larven können also bereits im Zuge mitwandern. Wie aus den kleinen Gruppen am Eiablageplatz die großen Larvenzüge entstehen, wird später (Seite 549) ausgeführt werden.

### **b) Die wandernden Larven.**

Die wandernden Larven vom 1.—5. Larvenstadium unterscheiden sich in ihren Lebensgewohnheiten so wenig voneinander, daß ihr Verhalten zusammen beschrieben werden kann.

#### **Vor Sonnenaufgang.**

Nachts befinden sich die Larven auf Pflanzen, vorzugsweise auf Sträuchern. Nur an Stellen mit ganz spärlichem Pflanzenwuchs übernachtet ein Teil der Tiere am Boden. Am frühen Morgen findet man den größten Teil auf Pflanzen sitzen (Abb. 12), ein kleiner Teil ist in langsamer, aber stetiger Wanderung begriffen (vgl. Tabelle der Wanderungs-

geschwindigkeiten Seite 467). Diese Wanderung vor Sonnenaufgang ist bedeutend langsamer als die reguläre Wanderung während des Tages und findet bei wesentlich niedrigeren Temperaturen statt als diese. Wichtig ist, daß diese Wanderung in genau derselben Richtung vor sich geht als wie



Abb. 12. Ein von Hou-chrocken besetzter Baum in den frühen Morgenstunden. (Phot. Fraenkel.)

die viel später einsetzende Massenwanderung, obwohl die äußeren Bedingungen (Wind- und Lichtverhältnisse) oftmals ganz andere sind als nach Sonnenaufgang.

An sehr warmen Tagen (bei Chamsinwind) erleidet die normale Wanderung nachts keine Unterbrechung. Ich traf z. B. am 4. Mai 1929 morgens um 5<sup>30</sup> bei einer Temperatur von 27 Grad Larven des 5. Stadiums in ihrer regulären Massenbewegung an.

#### Nach Sonnenaufgang.

##### Die Morgenansammlungen.

Mit steigender Temperatur werden die Larven aktiver. Die Tiere auf den Pflanzen beginnen lebhaft herumzuklettern, die Wanderung am Boden wird etwas beschleunigt.

Ist die Temperatur am Boden auf etwa 20 Grad gestiegen, so ändert sich plötzlich das Bild. Die auf den Pflanzen sich befindenden Tiere sind alle auf den Boden herabgesprungen, die wandernden Tiere stellen ihre Wanderung ein. Alle Larven sammeln sich an warmen, den Sonnenstrahlen gut ausgesetzten Plätzen an. Die Ansammlungen entstehen an der Sonnenseite von Steinen (Abb. 13), Graben, kleinen Erdhaufen. Vielfach sind sie an der Sonnenseite von Bäumen oder Sträuchern auf dem Boden (Abb. 14 u. 15). Auch auf ebenem Boden, wenn besonders der Sonne ausgesetzte Plätze fehlen, sogar in einer Wiese zwischen den Pflanzen können

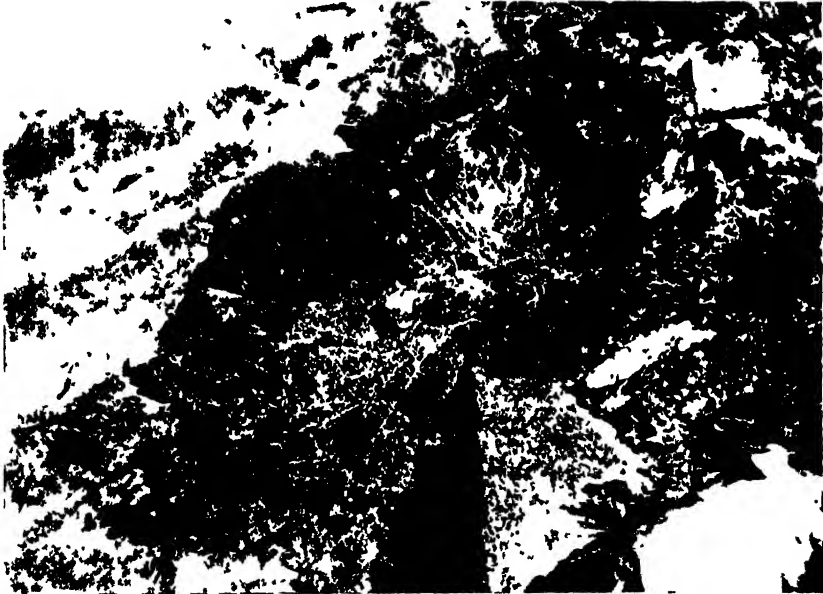


Abb. 13 Morgenansammlung auf einem Stein (Phot. Fraenkel)

die Ansammlungen entstehen. Wenn jedoch in der Wiese Steine liegen, sammeln sich sämtliche Tiere auf ihnen an. Die Larven sitzen in den Ansammlungen dicht gedrängt zusammen. Etwa  $\frac{1}{2}$  Stunde nach Beginn der Zusammenrottung sind sämtliche Tiere in Ansammlungen vereinigt, keines befindet sich noch auf Pflanzen, die Wanderung hat völlig aufgehört. Im Zwischenraum zwischen den einzelnen Ansammlungen ist der Boden frei von Tieren. Die Ansammlungen sind von weitem als schwarze bzw. grüne oder gelbe Flecken (entsprechend der Farbe des Larvenstadiums) zu erkennen.

In den Ansammlungen sind die Larven mit ihren Längsachsen streng parallel zueinander orientiert. Die Richtung der Längsachsen steht auf den Sonnenstrahlen genau senkrecht. Es ist die Stellung, bei der die Tiere am meisten strahlende Energie aufnehmen. Körpertemperatur-

messungen (vgl. S. 456) haben gezeigt, daß die Körpertemperatur unter dem Einfluß der Sonnenstrahlen um einige Grade höher steigt, wenn die Längsachse der Tiere zu den Sonnenstrahlen senkrecht steht, als wenn



Abb 14. Morgenansammlung in der Sonne vor niederem Gebusch (Phot Fraenkel)

Sonnenstrahlen und Längsachse einander parallel sind. Es verdient hier hervorgehoben zu werden, wie exakt genau der rechte Winkel verwirklicht ist. An einigermaßen senkrechten Wänden, an Mauern, Baum-



Abb 15 Morgenansammlungen in der Sonne vor Pflanzen (Phot Fraenkel)

stämmen und Felsen, die ja ohnehin den Sonnenstrahlen ungefähr senkrecht ausgesetzt sind, sind die Tiere mit vertikal gerichteter Achse (Kopf nach oben) orientiert.

Wirft man auf eine Ansammlung einen Schatten, so kommen die Tiere, die sich im beschatteten Teil befinden, augenblicklich in Bewegung. Sie rücken nach allen Seiten auseinander, bis sie wieder in der Sonne sitzen. Der Schatten wird genau ausgeschnitten.

Die Entstehung der Ansammlungen geschieht folgendermaßen: Wandernde Tiere passieren eine der Sonne gut ausgesetzte besonders warme Stelle und bleiben sitzen. Die nachfolgenden Tiere setzen sich, wenn sie auf sitzende Tiere stoßen, dazu. Tiere, die auf dem Wege durch ein Gebüsch oder Gras auf eine vegetationsfreie und demnach auch der Sonne ausgesetzte Stelle gelangen, bleiben sitzen. Deshalb finden sich stets die Ansammlungen auf der Sonnenseite der Gebüsch am Boden. Eine bereits bestehende kleine Ansammlung scheint (optisch?) eine anlockende Wirkung auf in der Nähe befindliche Artgenossen auszuüben. Von allen Seiten strömen sie herbei und setzen sich dazu. Es können so mehrere Quadratmeter große Ansammlungen entstehen, in denen die Tiere gedrängt aneinander sitzen.

Die Einstellung der Tiere zur Sonne gibt uns über die Bedeutung dieser Ansammlungen, die ich im Gegensatz zu den später zu besprechenden Mittags- und Abendansammlungen Morgenansammlungen nennen möchte, Auskunft. Die Heuschrecken befinden sich an den wärmsten Punkten ihrer Umgebung in einer Stellung, die eine schnelle intensive Erwärmung ihres Körpers verspricht. Der Körper erreicht auf schnellstem Weg die Temperatur, die zur Entfaltung der vollen Aktivität, des Wanderns, notwendig ist.

Die Morgenansammlungen dauern, je nach der herrschenden Temperatur,  $\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$  Stunden, am 2. April von 7<sup>20</sup>—8 Uhr, am 17. April von 7<sup>30</sup>—9 Uhr. Wenn die Temperatur auf ungefähr 26—28 Grad gestiegen ist, lösen sich die Ansammlungen und die Tiere beginnen zu wandern. Die Ansammlungen können anscheinend während des Tages jederzeit wieder von neuem entstehen, wenn die Temperatur unter 25 Grad sinkt, selbstverständlich nur bei Sonnenschein. Ich sah sie am 31. März morgens um 10 Uhr entstehen, nachdem die Tiere schon über eine Stunde gewandert hatten, als durch plötzlich einsetzenden Wind die Temperatur von 28 auf 24 Grad gesunken war.

### Die Wanderung.

Wenn die Temperatur über 24 Grad gestiegen ist, beginnt die Wanderung. Ein wandernder Zug bietet einen geradezu faszinierend großartigen Eindruck. Soweit das Auge reicht, ist der Boden bedeckt von den Tieren, alle bewegen sich in genau derselben Richtung, oft viele Tage, ja Wochen hindurch. Kein Hindernis vermag sie in ihrem gradlinigen Marsch abzulenken. Berge werden überklettert, Täler, die quer zur Zugrichtung stehen, durchquert, Felswände werden, je nachdem wie sie im Wege stehen, herauf- oder hinabgeklettert. Die Dichte des Zuges ist an verschiedenen Punkten sehr

wechselnd. Ist der Weg sehr schwierig, z. B. beim Erklettern senkrechter Wände, so stauen sich die Tiere und bedecken dichtgedrängt den Boden.

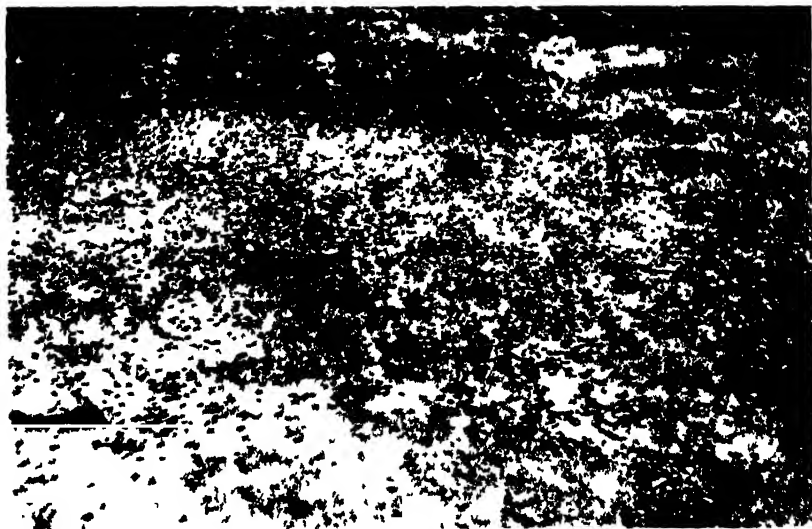


Abb 16 Wanderung von Larven des 1 und 2 Stadiums (Phot Fraenkel)

Im allgemeinen kann man feststellen, daß junge Larven des 1. und 2. Stadiums weniger aneinandergedrängt marschieren als solche des 3. und 4. Stadiums

Die Tiere sind nicht gleichmäßig über den Boden verteilt, sondern wandern innerhalb des allgemeinen Schwarmes mehr oder weniger dicht-

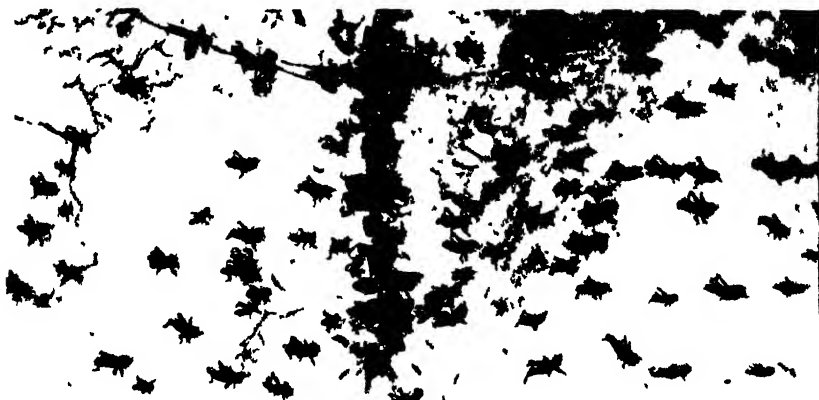


Abb 17 Wanderung von Larven des 1 und 2 Stadiums (Phot Fraenkel)

gedrängt in schmalen mehrere Dezimeter breiten Zügen (vgl. Abb. 18). Diese Züge bevorzugen vegetationsfreien Boden und winden sich in vegetations-

reichem Gelände zwischen den Pflanzen hindurch. In den mehreren dm breiten Zwischenräumen zwischen den Zügen finden sich fast gar keine Tiere.

Im allgemeinen ist die Fortbewegung des ungestörten Zuges kriechend, bei Störung ist sie hüpfend. Nur bei Larven des 1. und 2. Stadiums ist bei hoher Temperatur in den Mittagsstunden die allgemeine Fortbewegung hüpfend.

Die Schnelligkeit der Fortbewegung ist sehr verschieden und hängt ab 1. von der Temperatur, 2. vom Larvenstadium und 3. von der Beschaffenheit des Untergrundes. Die nachfolgende Tabelle mag einen Überblick geben über die Geschwindigkeit, mit der sich Larven verschiedener Stadien bei verschiedenen Temperaturen fortbewegen.

Tabelle 11.

Larvenstadium	Datum	Zeit	Temperatur °C	Bodenbeschaffenheit	1 m wird zurückgelegt in	Fortbewegungsart
1. und 2.	1. 4.	11h	35	eben, steinig	11 22"	kriechend u. hüpfend
1. „ 2.	1. 4.	12h	36	eben, glatt	8–12"	hüpfend
1. „ 2.	1. 4.	14h	25	senkrechte Felswand	80"	kriechend
1. „ 2.	1. 4.	15h	30	eben, steinig,	17 34"	kriechend u. hüpfend
1. „ 2.	1. 4.	16 <sup>15h</sup>	24.5	eben, steinig	38–77"	„ „ „
1. „ 2	2. 4.	6h	18	„ glatt	74–120"	kriechend
1. „ 2.	2. 4.	7 <sup>30h</sup>	23.5	„ „	26–34"	„
1. „ 2.	2. 4.	9 <sup>10h</sup>	30	„ „	7–10"	hüpfend
3. „ 4.	15. 4.	8 <sup>15h</sup>	30	„ „	9–11"	kriechend
3. „ 4.	17. 4.	6 <sup>45h</sup>	17	„ „	25–30"	„
3. „ 4.	17. 4.	7 <sup>30h</sup>	24	„ „	20"	„
3 „ 4.	17. 4.	11h	35	„ „	10"	„
5	3. 5.	18 <sup>10h</sup>	33.5	„ „	15"	„
5.	4. 5.	7h	33	„ „	10–15"	„
5.	5. 5.	8h	35	„ „	10"	„

Aus dieser Aufstellung ersieht man die erstaunliche Tatsache, daß das Maximum der Wanderungsgeschwindigkeit für alle Larvenstadien dasselbe ist, nämlich 1 m in ca. 10 Sek. Dieses Maximum wird erreicht bei einer Temperatur von ungefähr 30°. In der Tat findet man Larven von 3 verschiedenen Stadien in der Natur in gleichem Tempo zusammenwandern.

Aus der Tabelle erfährt man wohl etwas über die Geschwindigkeit, mit der sich einzelne Individuen kurze Zeit hindurch bewegen, aber nichts über den Fortgang der Gesamtbewegung ganzer Züge. Ein Individuum bewegt sich ohne Aufenthalt höchstens einige Minuten hindurch. Es macht vielfach halt, sonnt sich auf einem Stein, klettert auf einen Halm. Die wirkliche Fortbewegung eines Zuges kann man nur an der Bewegung der Frontlinie verfolgen (Abb. 19). Die Bekämpfungsmaßnahmen und tech-



nische Schwierigkeiten der Beobachtung machten es unmöglich, das Vorrücken ungestörter Züge längere Zeit hindurch zu beobachten. Über die Vorgänge an der Front konnte ich folgende Beobachtungen anstellen:

Vorrücken auf vegetationslosem Gelände. 18. April 1929,  
morgens 9 Uhr. Bodentemperatur  $36^{\circ}$ .

Ein Larvenzug (3. und 4. Stadium) marschiert am Grund eines Wadis (ausgetrocknetes Bachbett). Der Boden ist von ebenem feinem Sand bedeckt bei Fehlen jeglicher Vegetation. Die Gesamtbreite des Zuges betrug ca. 8 m.

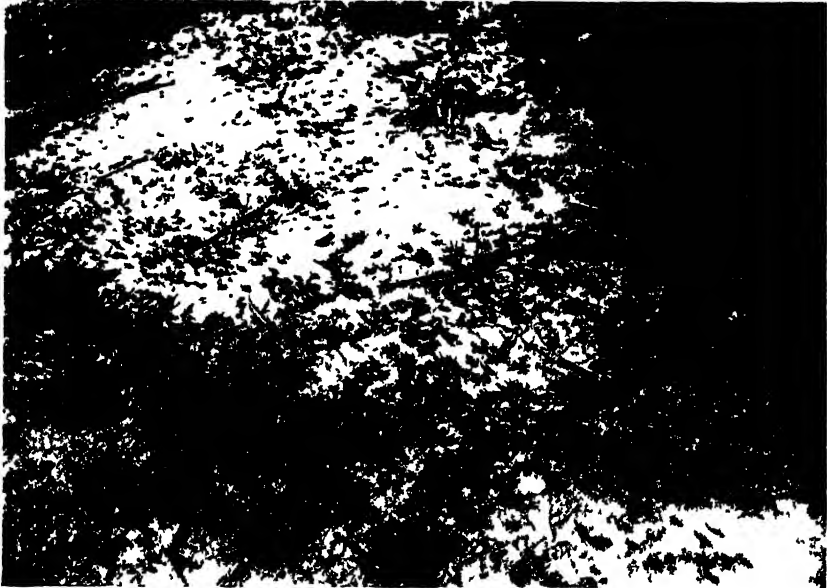


Abb 18. Wanderung von Larven des 3. und 4. Stadiums (Phot Fraenkel)

Er bestand aus 3—4 schmalen Zügen, die sich fortlaufend vereinigten und wieder trennten. Die Frontlinie wird von den vorrückenden Zügen immer nach vorn ausgebogen, die nachdrängenden füllen von Zeit zu Zeit die Zwischenräume aus und machen die Frontlinie gerade. Die Vorgänge an der Front stellen sich etwa folgendermaßen dar (vgl. Abb. 20): Ein 1 m breiter Zug rückt etwa 2 m vor. Dann bleiben die vordersten Tiere stehen, von rückwärts drängen Tiere nach, die vordersten Tiere biegen seitlich aus und laufen zurück, die nachdrängenden übernehmen die Front. 2 m nebenan gleichzeitig ein ähnlicher Vorgang: Eine Gruppe von Tieren stößt 1 m vor, biegt plötzlich in einem Winkel von  $45^{\circ}$  seitlich rückwärts ab, sie treffen auf einen benachbarten vorrückenden Zug, schwenken in ihn ein und rücken weiter vor. So findet an der Front eines Larvenzuges ein dauerndes Strömen nach allen Seiten statt, während der ganze Zug dabei langsam vorrückt. Das Individuum legte 1 m in etwa 15 Sek.

zurück, der ganze Zug ruckte in 10 Minuten 10 m vor, gewann also 1 m Boden in 1 Minute.

Vorrücken auf Gelände mit spärlicher Vegetation. 18. April 1929, morgens 10—11 Uhr, Lufttemperatur 34°, Bodentemperatur 40°.

Ein ca. 50 m breiter Larvenzug rückt auf völlig ebenem Gelände vor. Der Boden ist mit spärlichem halbvertrockneten Gras bedeckt. Die Frontlinie ist an vielen Stellen von den vorrückenden Zügen ausgebuchtet. Die Tiere an der Front halten sich vielfach an Pflanzen auf, klettern auf



Abb. 19 Vorrückender Schwarm in der Jordinebene Bewegung von rechts nach links.  
Die Frontlinie ist mit Pfeilen bezeichnet (Phot. Fraenkel)

Halme, fressen, um dann wieder einige Meter vorwärts zu wandern. Die Fortbewegung beträgt

1 m in 10 Sek. für das kriechende Individuum,  
62 m in 1 Stunde für den ganzen Zug.

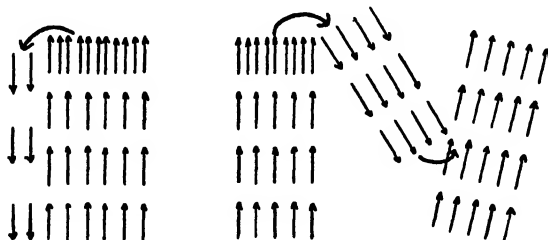


Abb. 20 Vorgänge an der Frontlinie eines vorrückenden Schwarmes Erklärung im Text.

Nach diesen Beobachtungen beträgt die Tagesmarschleistung eines Zuges bei 6—7 stündiger Wanderung ca. 300—350 m.

### Die Mittagsstellungen.

Bei sehr heißen Mittagstemperaturen, wenn die Bodentemperatur  $40^{\circ}$  erreicht und übersteigt, wird die Wanderung eingestellt. Die Larven nehmen Stellungen ein, die sie dem Einfluß der Sonnenstrahlen möglichst entziehen.

Die Tiere, welche sich auf dem Boden befinden, wenden sich mit ihrem Kopf der Sonne zu (Abb. 21). Die Vorderbeine sind fast völlig gestreckt, die Längsachse des Tieres nimmt mit der Horizontalen einen



Abb. 21. Ruhestellung in den Mittagstunden am Boden mit zu den Sonnenstrahlen parallel orientierter Hauptachse. Im Vordergrund die Zinkwand. Gegen die Sonne photographiert 3 und 1 Larvenstadium (Phot. Frankel)

Winkel von ca.  $50^{\circ}$  ein. Vielfach stützen die Tiere ihre Vorderbeine auf kleine Steinchen oder Pflanzenreste und erreichen so auf bequeme Weise das Ziel ihrer Bemühung, den Vorderkörper möglichst hoch nach oben zu orientieren. In dieser Stellung fällt die Längsachse des Körpers nahezu mit der Richtung der Sonnenstrahlen zusammen. Nur der Vorderteil des Kopfes ist direkt den Sonnenstrahlen ausgesetzt, während die Sonnenstrahlen die Seitenfläche, wenn überhaupt, dann in ganz stumpfem Winkel treffen. Es leuchtet ein, daß Heuschrecken in dieser Stellung zur Sonne die geringstmögliche Menge von strahlender Energie empfangen und aufnehmen. In der Tat zeigten Temperaturmessungen (vgl. S. 456), daß die Körperwärme der Larven in dieser Stellung um  $2\text{--}3^{\circ}$  unter der Körperwärme von Larven bleibt, deren Körperachse senkrecht zu den Sonnenstrahlen steht. Ein weiterer Vorteil dieser Stellung ist, daß der Vorderkörper möglichst hoch über den Boden erhoben wird und so wesentlich

niederen Temperaturen ausgesetzt ist, als unmittelbar am Boden herrschen. Bei einer Temperatur am Boden von  $50^{\circ}$  und der Luft in 1 m Höhe von  $40^{\circ}$  betrug die Temperatur in 2 cm Höhe über dem Boden nur mehr  $43^{\circ}$ . Der Eindruck, den die Larven in dieser Stellung bieten, ist der einer Menge kleiner Fernrohre, die alle auf die Sonne gerichtet sind.

Wenn die Larven sich zwischen Vegetation befinden, kriechen sie an den Pflanzen hoch bis zum äußersten Ende der Zweige. Dort angelangt, bringen sie ihre Körperachse in eine Stellung, die möglichst der Richtung der Sonnenstrahlen parallel ist (Abb 22). In dieser Lage gewinnen sie 2 Vorteile. 1 entrinnen sie so weit als möglich der Wärme, welche der erhitzte Boden ausstrahlt und setzen ihren Körper frei dem

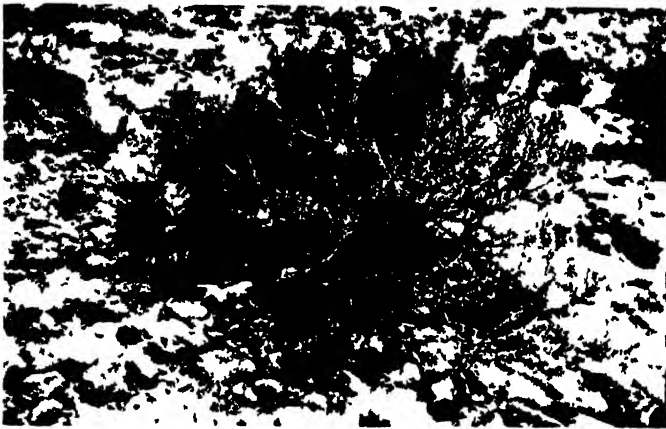


Abb. 22 Orientierung mit zu den Sonnenstrahlen parallelen Längsachsen auf den äußersten Zweigspitzen eines Busches bei sehr heißer Mittagstemperatur, Larvenstadium (Phot Fraenkel)

Winde aus, 2 treffen die Sonnenstrahlen entweder gar nicht oder in sehr spitzem Winkel die Seiten ihres Körpers.

Sind große Steine vorhanden, so sammeln sich viele Larven im Schatten dieser Steine an. Sie kleben dann in senkrechter Orientierung, mit dem Kopf nach oben, auf der Schattenseite der Steine.

#### Freßansammlungen.

Wenn die größte Mittagshitze vorüber ist, nimmt die Wanderung ihren normalen Fortgang. Man findet in den Nachmittagsstunden, vor allem in der letzten Stunde, in der die Larven noch marschieren, sehr viele fressende Tiere. Das Fressen geschieht gewöhnlich in Gemeinschaft. Stets sind manche Pflanzen dichtbedeckt von fressenden Tieren, während in der Umgebung wenig fressende Tiere angetroffen werden.

#### Die Abendansammlungen.

Etwa 1 Stunde vor Sonnenuntergang, wenn die Temperatur am Boden unter  $26^{\circ}$  gesunken ist, bilden sich Ansammlungen an der Sonnen-

seite von Steinen, Gräben, Erdhügeln, die völlig den Ansammlungen morgens nach Sonnenaufgang gleichen. Die Tiere wenden dabei ihre Breitseite der Sonne zu. An kälteren windigen Stellen bilden sich die Ansammlungen zuerst. Da der Wind meist von Westen wehte, waren Sonnenseite und Windseite identisch. Es stellte sich der paradoxe Zustand heraus, daß die Larven, die doch offensichtlich wärmere Stellen aufsuchten, statt dessen vielfach an kältere Orte gelangten. In einer Wiese bilden sich die Ansammlungen nur auf Steinen, und dann vorzugsweise auf dunklen Steinen, welche sich in der Sonne stark erwärmen. Ich beobachtete einmal eine Wiese, in der schwarze und weiße Steine nebeneinander lagen. Die Ansammlungen waren fast ausschließlich auf den schwarzen Steinen. Nur wenn in der Wiese keine Steine liegen, können die Ansammlungen auf dem Boden zwischen den Steinen stattfinden. Die Abendansammlungen unterscheiden sich von den Morgensansammlungen vor allem darin, daß sie nicht sämtliche Tiere umfassen. Viele Larven wandern bis Sonnenuntergang, namentlich in freiem Gelände, bei Fehlen von Vegetation, Steinen, bilden sich selten Ansammlungen. Außerdem sitzen um diese Zeit viele Tiere auf Pflanzen und fressen.

#### Nach Sonnenuntergang.

Nach Sonnenuntergang verschwinden die Ansammlungen schnell. Bei starkem Westwind wandern viele Heuschrecken auf die windgeschützte Ostseite herüber und sammeln sich da an. Ein Teil der Tiere klettert an Pflanzen, um dort zu übernachten, ein kleinerer Teil zerstreut sich am Boden. Die Nacht verbringen sie zerstreut auf Pflanzen und am Boden. So trifft man sie auch in den frühen Morgenstunden. Die Larven des 4. und 5. Stadiums übernachten in Gemeinschaft vorzugsweise an größeren Büschen und Bäumen (*Zizyphus spinae christi*, *Ruta*). Man findet sie dort am frühen Morgen in ungeheuren Mengen dichtgedrängt sitzen (s. Photographie Abb. 12).

Bei sehr warmer Witterung, wenn die Temperatur nicht unter 28° sinkt, findet am Spätnachmittag und nachts keine Unterbrechung der Wanderung statt. Die Abendansammlungen fallen vollkommen aus. Wahrscheinlich wandern die Tiere die ganze Nacht hindurch.

#### c) Die Imagines.

Untersuchungen an fliegenden Imagines konnte ich mangels Gelegenheit nicht in systematischer Weise anstellen. Es folgen hier einige Gelegenheitsbeobachtungen.

In der ersten Aprilwoche erschienen in Oborgailäa in der Umgebung des Hulsees große Schwärme von Imagines. Sie hielten sich einige Tage in der Gegend auf und flogen dann fort, ohne Eier abgelegt zu haben. Am 10. April konnte ich in einer Mandelpflanzung einen kleinen Schwarm zurückgebliebener Tiere beobachten.

15 <sup>h</sup> Lufttemperatur	24°	Bei Annäherung fliegen alle Tiere auf.
15.30 <sup>h</sup> Lufttemperatur	23°	Fast sämtliche Tiere befinden sich in Copula.
Bodentemperatur	27°	Es sitzen immer einige Pärchen dicht zusammen. Bei Annäherung fliegen sie in Copulastellung davon. Die Copula löst sich erst in der Luft. fliegen nur ganz kurz und schlecht.
16 <sup>h</sup> Lufttemperatur	21°	
Bodentemperatur	24°	
16.30 <sup>h</sup> Lufttemperatur	20°	hüpfen bei Annäherung weg und breiten die Flügel aus. Können nicht mehr fliegen.
Bodentemperatur	22°	
17 <sup>h</sup> Lufttemperatur	18°	Kalter Wind. Alle Tiere verkriechen sich zwischen Pflanzen am Boden.
Bodentemperatur	18°	

Aus diesen Freilandbeobachtungen ergibt sich, daß 24° etwa die untere Grenze ist, bei der die Imagines noch fliegen. Zu ähnlichen Resultaten konnte ich schon vorher in Laboratoriumsversuchen kommen.

*Schistocerca* zeigt wie viele andere Insekten einen ausgezeichneten *Flugreflex*. In die Höhe geworfen breiten sie die Flügel aus und fliegen davon. In mehreren Versuchsserien versuchte ich festzustellen, bei welcher Temperatur der Flugreflex auslösbar ist und kam zu folgender Tabelle:

#### 1. Reihe, 28. März 1929.

	Kein Flugreflex. Fallen zu Boden	Flattern beim Fallen mit den Flügeln, ohne zu fliegen	Guter Flugreflex; fliegen, wenn in die Höhe geworfen
19°	13	2	—
24°	2	5	8
27°	4	2	9
29°	3	—	12
21°	9	4	2
18°	12	3	—

#### 2. Reihe, 29. März 1929.

17°	10	4	1
21°	9	3	3
27°	3	4	8
30°	3	—	12
25°	4	—	11
18°	14	1	—

Aus diesen Versuchen kann man schließen, daß in warmen Nächten Heuschrecken fliegen, wie ja tatsächlich beobachtet ist. Ich traf am 6. Mai 1929 morgens um 4.30<sup>h</sup> bei einer Temperatur von 30 Grad frisch-geschlüpfte Imagines, die alle bei Annäherung davonflogen.

**d) Beobachtungsprotokolle über die Bewegung von Larvenzügen.**

Larven des 1. und 2. Stadiums am 1. und 2. April 1929.

1. April 1929.

11 <sup>h</sup>	Sonne	Starke Wanderung. 1 m wird in 11—25" zurückgelegt.
	Boden 35°	
12 <sup>h</sup>	Sonne	1 m wird in 18—15" zurückgelegt.
	Boden 36°	
15 <sup>h</sup>	Wolken	Starke Wanderung. 1 m in wird 17—34" zurückgelegt.
	Luft 24°	
	Boden 30°	
16.15 <sup>h</sup>	Wolken	Viele Tiere sitzen auf Pflanzen und fressen.
	Luft 22°	Laufen nur mehr in freiem vegetationslosen Gelände.
	Boden 21,5°	
16.45 <sup>h</sup>	untergehende Sonne	Sitzen in dichten Ansammlungen auf der Sonnenseite von Steinen. Viele Tiere an Pflanzen.
	Boden 21°	
17 <sup>h</sup>	untergehende Sonne	Die Ansammlungen verschwinden, die Tiere sammeln sich im Windschatten auf der Ostseite der Steine an.
	Boden 20°	
20 <sup>h</sup>	Boden 19°	Der größte Teil der Tiere sitzt auf Pflanzen, viele finden sich zerstreut auf der Erde.

2. April 1929.

6 <sup>h</sup>	Bewölkt	Fast alle Tiere sitzen an Pflanzen, ziemlich dicht aneinander. Ein kleiner Teil befindet sich am Boden in langsamer Wanderung. 1 m wird in 72—120" zurückgelegt.
	Boden 18°	
7 <sup>h</sup>	Bewölkt	Wenige Tiere an Pflanzen. Ein Teil wandert, ein Teil bildet lose Ansammlungen.
	Boden 18,5°	
7.20 <sup>h</sup>	Sonne	Plötzlich erscheint die Sonne. Die Wanderung hört binnen 10 Minuten auf. Kein Tier sitzt mehr an Pflanzen. Alle sind in dichten Ansammlungen an der Sonnenseite von Steinen, Gräben, Gebüsch vereinigt. Jedes Tier sitzt mit der Breitseite zur Sonne.
	Boden 22°	
8 <sup>h</sup>	Sonne	Die Ansammlungen verschwinden. Die Larven beginnen allerorts zu wandern.
	Boden 27°	
9.30 <sup>h</sup>	Sonne	Wanderung. 1 m wird in 7—17" zurückgelegt.
	Boden 30°	

Larven des 3. und 4. Stadiums am 16. und 17. April 1929.

16. April 1929, stets Sonne.

12 <sup>h</sup>	Luft 27°	Wanderung. Keine Einstellung der Wanderung in den Mittagsstunden.
	Boden 35°	

15.30 <sup>h</sup>	Luft 25° Boden 30°	Wanderung. An windigen Stellen Ansammlung an der Sonnenseite von Steinen.
16 <sup>h</sup>	Luft 21° Boden 27°	Etwa die Hälfte der Tiere wandert, die Hälfte sitzt in Ansammlungen an der Sonnenseite der Steine.
16.30 <sup>h</sup>	Luft 22,5° Boden 25°	Fast sämtliche Tiere sitzen in Ansammlungen.
17 <sup>h</sup>	Luft 21° Boden 22°	Die Sonne verschwindet hinter Bergen. Die Ansammlungen lösen sich. Die Larven zerstreuen sich auf Pflanzen.
17. April 1929, stets Sonne.		
6.45 <sup>h</sup>	Luft 16,5° Boden 17°	Kalter Ostwind. Die meisten Tiere sitzen auf Pflanzen. Verczelte Ansammlungen an sonnigen windgeschützten Plätzen. An manchen Plätzen langsame Wanderung. 1 m wird in 25—30" zurückgelegt.
7.30 <sup>h</sup>	Luft 21° Boden 24°	Überall große Ansammlungen in der Sonne. Ein ganz kleiner Teil der Tiere wandert. 1 m in 20".
8 <sup>h</sup>	Luft 23° Boden 25°	Die Wanderung wird völlig eingestellt. Kein Tier befindet sich mehr auf Pflanzen. Alle sind in Ansammlungen vereinigt.
8.30 <sup>h</sup>	Luft 23° Boden 26,5°	Wiederbeginn der Wanderung.
9 <sup>h</sup>	Luft 22,5° Boden 31° Felsen 28°	Die letzten Ansammlungen, die an Felsen waren, lösen sich. Allgemeine Wanderung.
12 <sup>h</sup>	Luft 29° Boden 36°	Starke Wanderung. Wenige Tiere stellen die Wanderung ein.
13.30 <sup>h</sup>	Luft 34° Boden 41°	Sehr heiße windgeschützte Stelle. Ansammlungen auf den Schattenseiten von Steinen. Am Boden sitzen die Larven hochauferichtet, der Sonne zugewandt, Längsachse des Körpers in der Richtung der Sonnenstrahlen.
Larven des 5. Stadiums am 3. und 4. Mai 1929. (Ungewöhnliche Hitze, „Chamsin“tage.)		
3 Mai 1929, Sonne.		
16—17 <sup>h</sup>	Luft 38°	$\frac{3}{4}$ der Tiere wandern, $\frac{1}{4}$ sitzt an Büschen.
17.30 <sup>h</sup>	Luft 36° Boden 38°	Untergehende Sonne. Keine Ansammlungen.
18 <sup>h</sup>	Luft 34° Boden 34°	Die Sonne ist bereits untergegangen, die Wanderung geht fort.
18.30 <sup>h</sup>	Luft 33,5° Boden 33,5	Es ist bereits dunkel. Die Wanderung geht fort. 1 m wird in 15' zurückgelegt. Die Tiere fressen im Dunkeln, die frischgeschlüpften Imagines fliegen



4. Mai 1929, stets Sonne.

5.30 <sup>h</sup>	Luft 27° Boden 27°	Die Sonne geht auf. Die Tiere wandern. Viele fressen auf Büschen.
6 <sup>h</sup>	Luft 30° Boden 32°	Wanderung. Ganz wenige Tiere sitzen in der Sonne, die Breitseite der Sonne zugewandt. Es kommt zu ganz vorübergehenden dünnen Ansammlungen.
7 <sup>h</sup>	Luft 33° Boden 36°	Wanderung. 1 m wird in 10—15" zurückgelegt.
14 <sup>h</sup>	Luft 42° Boden 51°	Alle Tiere befinden sich auf Büschen, an den obersten Zweigspitzen, der Körper in der Richtung der Sonnenstrahlen.

### e) Stundenplan der wandernden Heuschreckenlarven.

#### A. Vor Sonnenaufgang.

5—6<sup>h</sup> Bodentemperatur 17—20°.

Alle Tiere befinden sich an Pflanzen, meistens an Sträuchern. Ein kleiner Teil befindet sich in langsamer Wanderung.

#### B. Nach Sonnenaufgang.

6—8.30<sup>h</sup> Bodentemperatur 20—26°.

Die Wanderung wird beschleunigt. Wenn die Temperatur auf etwa 20° gestiegen ist, sammeln sich die Tiere an warmen sonnigen Plätzen in dichten Ansammlungen an. Sie drehen ihre Breitseite der Sonne zu. Die Wanderung wird völlig eingestellt. Kein Tier befindet sich mehr an Pflanzen.

8—16<sup>h</sup> Bodentemperatur 27—37°.

Wenn die Temperatur über 27° gestiegen ist, beginnt die reguläre Wanderung, die bis zum Spätnachmittag dauert.

12—14<sup>h</sup> Bodentemperaturen 40—50°.

Wenn die Temperatur am Boden in der Mittagssonne 40° überschreitet, wird die Wanderung eingestellt. Die Tiere orientieren ihren Körper genau in der Richtung der Sonnenstrahlen und bieten so den Sonnenstrahlen die geringstmögliche Bestrahlungsfläche. Ein Teil klettert auf Pflanzen bis in die äußersten Zweigspitzen und entzieht sich so der strahlenden Wärme des Bodens.

15—16<sup>h</sup> Bodentemperaturen 27—40°.

Viele Tiere befinden sich auf Pflanzen und fressen.

16—17.30<sup>h</sup> Bodentemperatur 27—20°.

Die Tiere sammeln sich in der nämlichen Weise wie morgens in dichten Ansammlungen an warmen Plätzen in der Sonne an.

### C. Nach Sonnenuntergang.

Bodentemperaturen unter 20°.

Die Tiere zerstreuen sich und begeben sich auf Pflanzen zur Übernachtung.

### D. Nachts.

Die Tiere sitzen an Pflanzen, vornehmlich Gebüsch. Ein kleiner Teil übernachtet am Boden.

Die jeweiligen Reaktionen sind nicht an die Tageszeit gebunden, sondern ausschließlich an die Temperatur. Sie finden nicht statt, wenn die notwendige Temperatur nicht erreicht oder überschritten ist. Die Sonnenansammlungen können auch zu anderen Tageszeiten als morgens und abends stattfinden (selbstverständlich nur bei Sonnenschein). Die Wanderung geht in warmen Nächten fort und unterbleibt an kalten Tagen.

## E. Aktivitätsstudien II.

### Versuche im Laboratorium, auch die vitalen Grenzen umfassend.

Von F. S. Bodenheimer.

#### a) Zur Methodik.

Schon seit zwei Jahren befindet sich in meinem Laboratorium eine Laboratoriumstechnik zur Erfassung der Aktivität und der vitalen Grenzen in Ausarbeitung, die bereits an einem umfangreichen Material erprobt ist. Wir erwärmen im Sandbad die in genügend großen Gläsern befindlichen Insekten langsam bis zu ihrem Tode. Die Erwärmung geschieht langsam, etwa  $10^{\circ}\text{C}$  in der Stunde. Eine zweite Serie wird von der Ausgangstemperatur aus langsam abgekühlt bis zur völligen Kältestarre. Auf dieser Skala von Kältestarre bis Wärmetod unterschieden wir zunächst nur 4,

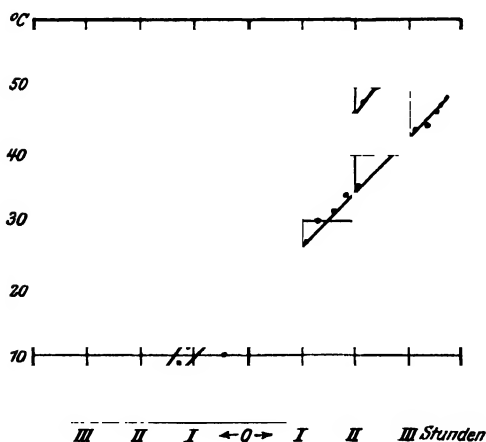


Abb. 23

Typischer Temperaturverlauf in zwei Aktivitätsversuchen

später 6 Fixpunkte. Heute unterscheiden wir deren im ganzen 8, und zwar bedeutet:

Stufe 1: Beginn der Kältestarre.

Stufe 2: Nur leichte Bewegungen von Antennen und Gliedmaßen finden noch statt.

Stufe 3: Die Tiere kriechen mit Unterbrechungen.

Stufe 4: Normale Aktivität.

Stufe 5: Starke Aktivität.

Stufe 6: Höchste Erregung.

Stufe 7: Beginn der Wärmeparalyse.

Stufe 8: Wärmetod.

Nach einiger Übung lassen sich alle diese Stufen mit genügender Genauigkeit auseinanderhalten. Tiere verschiedener zoogeographischer oder ökologischer Komponenten geben zumeist konstante und deutlich unterschiedene Werte. Wenn die so erhaltenen Werte vielleicht auch physiologisch zu grob erfaßt sind, so sind sie jedenfalls für ökologische Untersuchungen gut verwendbar. Der Verlauf einer solchen Versuchsserie ist aus Abb. 23 im einzelnen zu erkennen.

#### b) Die Aktivitätsskala der einzelnen Stadien.

Da die Methodik neu ist, so lassen wir die Listen für die einzelnen Stadien folgen, um auch über die Variationsbreite einen genügenden Begriff zu geben.

Tabelle 12. Aktivitätsversuche mit *Schistocerca gregaria* Forsk.1. *Schistocerca gregaria* ♂. (Eiablegende Generation März 1929)

Aktivitäts- stufen	Temperatur ° C								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
1	3	—	14,5; 16,5	27,5	(35)	—	—	52,5	25. III. 29	B 3	1
1	3	—	14,5; 16,5	27,5	(35)	—	—	51,5	"	B 4	2
8,5	—	15,5	15,5; 23,5	30,5	51	—	—	53	26. III. 29	B 8	3
6,5	—	—	15,5	23,5	40,5	—	—	49,5	"	B 9	4
2	10,5	17; 18	27,5	35,5	—	—	—	48,5	28. III. 29	B 14	5
6,5	11,5	—	17; 18	27,5	41,5	—	—	47	"	B 15	6
1,5	10,5	18,5; 19,5	—	—	—	—	—	45,5	29. III. 29	B 20	7
—	—	18,5; 19,5	—	35,5	45,5	—	—	49,5	"	B 21	8
3	14	20	18,5	33,5	44	—	—	50	31. III. 29	B 26	9
6,5	12	20	18; 33,5	42,5	—	—	—	49,5	"	B 27	10
9,5	15,5	19,5	19,5; 22,5	38,5	45,5	—	—	52	1. IV. 29	B 29	11
2,5	9,5	—	19,5	38,5	—	—	—	55	"	B 30	12
9	14,5	19	19	34,5	41,5	—	—	52	2. IV. 29	B 33	13
4	6	—	19	31,5	40	—	—	51	"	B 34	14
4	14,5	15,5; 12	19; 22	27	41,5	—	—	48,5	"	B 35	15
0,5	15	19	20,5	33	42	—	—	50,5	"	B 36	16
2,5	7	—	19	32	41	—	—	49,5	3. IV. 29	B 37	17
10,5	16	—	19	32	41	—	—	51	"	B 38	18
5	5,5	—	19	32	37,5	—	—	50	"	B 39	19
2	5	12,5	17,5; 19,5	31,5	40	—	—	50	"	B 40	20
2	5,5	—	22	34,5	40	—	—	53,5	"	B 41	21
2	8,5	—	21; 22	34,5	39	—	—	50	"	B 42	22
13,5	17,5	—	21,5; 22	34,5	39	—	—	53	4. IV. 29	B 43	23
2,5	7	—	19,5; 23,5	34,5	43,5	—	—	50	"	B 44	24
Durchschnitt	4,9	10,5	18,0	20,1	32,6	41,8	—	50,5			

2. *Schistocerca gregaria* ♀. (Eiablegende Generation März 1929.)

1	3	—	14,5; 16,5	27,5	(35)	—	—	51,5	25. III. 29	B 3	1
1,5	1	—	14,5; 16,5	27,5	(35)	49	—	51,5	"	B 4	2
6,5	8,5	15,5	15,5; 20,5	30,5	—	49,5	—	51	26. III. 29	B 8	3
3,5	—	—	15,5	23,5	40,5	46	—	49,5	"	B 9	4
2	6,5	18	17; 27,5	35,5	45	49,5	—	50,5	28. III. 29	B 14	5
6,5	10,5	18,5	17; 23,5	27,5	41,5	47	—	49	"	B 15	6
0,5	7,5	—	18,5; 19,5	35,5	—	44,5	—	50,5	29. III. 29	B 20	7
5,5	—	19,5	18,5; 26,5	35,5	46,5	48,5	—	49,5	"	B 21	8
3	14	20	18,5	38,5	44	50	—	51	31. III. 29	B 26	9
5,5	6,5	20	18; 33,5	42	—	44	—	46,5	"	B 27	10
5,5	9,5	19,5	19,5; 22,5	35,5	43,5	—	—	50,5	1. IV. 29	B 29	11
1,5	4,5	—	19,5; 19,5	40,5	45,5	50,5	—	53,5	"	B 30	12
9	14,5	19	22	—	—	40	—	50	2. IV. 29	B 33	13
7	4	—	19; 19	31,5	40	—	—	50	"	B 34	14
9	15,5	17,5	19; 19	27	41,5	42	—	48,5	"	B 35	15
6,5	—	19; 20,5	28,5	33	42	49,5	—	51,5	"	B 36	16
2,5	7	—	19; 19	36	41	47,5	—	48,5	3. IV. 29	B 37	17
1	16	19	19	32	41	48	—	50	"	B 38	18
5,5	7	—	19; 19	32	37,5	47,5	—	49	"	B 39	19
1,5	2	19,5	17,5; 29	31,5	40	49	—	50	"	B 40	20
2	5	—	22; 22	34,5	40	49,5	—	50,5	"	B 41	21
2	4	—	22; 22	34,5	39	—	—	49	"	B 42	22
1	2,5	4,5	21,5; 22	34,5	39	49	—	52,5	4. IV. 29	B 43	23
2,5	6,5	7	15,5; 23,5	34,5	42,5	48,5	—	50	"	B 44	24
Durchschnitt	5,8	7,7	18,6	20,3	30,0	41,5	47,7	50,1			

3. 1. Larvenstadium *Schistocerca gregaria*.

Aktivitätsstufen	Temperaturen ° C								Datum		Z.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	5	← 10	← 14,5; 16,5	20,5	→ —	41	→ —	46,5	25. III. 29	B 1	1
	5	—	← 14,5; 16,5	16,5	→ —	41	→ —	47,5	"	"	2
	5	—	← 14,5	16,5	→ —	42,5	→ —	48	"	"	3
	5	—	← 14,5	18,5	→ —	42,5	→ —	48	"	"	4
	5	—	← 14,5	16,5	→ —	43,5	→ —	48	"	"	5
	5,5	—	← 14,5	28	→ 34,5	40	→ —	44,5	"	B 2	6
	5,5	—	← 14,5	29,5	→ 34,5	40	→ —	46,5	"	"	7
	5,5	—	← 14,5	29,5	→ 34,5	40	→ —	47,5	"	"	8
	5,5	—	← 14,5	33	→ 34,5	40	→ —	48,5	"	"	9
	5,5	—	← 16,5	14,5	→ 34,5	44,5	→ —	48,5	"	"	10
	2,5	← 8,5	← 15,5	15,5	→ —	40	→ —	49	26. III. 29	B10	11
	6,5	← 8,5	← 15,5	15,5; 24,5	→ —	40	→ —	49	"	"	12
	6,5	—	← 15,5	15,5; 23,5	→ —	40	→ —	49	"	"	13
	6,5	—	← 15,5	23,5	→ —	40	→ —	49	"	"	14
	6,5	—	← 15,5	23,5	→ —	40	→ —	49	"	"	15
	4,5	← 7,5	← 12,5; 18,5	28,5	→ —	39,5	→ —	48,5	"	B11	16
	2	← 1,5	← 12,5; 21,5	28,5	→ —	39,5	→ —	48,5	"	"	17
	4,5	—	← 12,5; 18,5	28,5	→ —	44,5	→ —	48,5	"	"	18
	4,5	—	← 12,5; 18,5	—	→ —	44,5	→ —	48,5	"	"	19
	5,5	—	← 12,5; 18,5	—	→ —	44,5	→ —	48,5	"	"	20
	3	← 5,5	← 13; 17	23	→ —	35	→ —	49	"	B12	21
	—	—	← 13; 17	23	→ —	35	→ —	49	"	"	22
	—	—	← 13; 17	23	→ —	35	→ —	49	"	"	23
	6,5	← 10,5	18,5	← 17; 23,5	→ 35,5	→ 43,5	→ —	48	28. III. 29	B16	24
	3,5	← 6,5	—	← 17; 18,5	→ 35,5	→ 43,5	→ —	48	"	"	25
	6,5	—	—	← 17; 13,5	→ 35,5	→ 43,5	→ —	48	"	"	26
	6,5	—	← 14	← 17; 18,5	→ 35,5	→ —	→ —	48	"	"	27
	6,5	—	← 17	18,5	→ 35,5	→ —	→ —	48	"	"	28
	2,5	← 2,5	← 16,5; 19,5	34,5	→ 38,5	→ —	→ —	45,5	"	B17	29
	2,5	← 25; 19,5	← 16,5	37,5	→ 38,5	→ —	→ —	45,5	"	"	30
	1,5	19,5	→ —	34,5	→ 38,5	→ —	→ —	45,5	"	"	31
	1,5	19,5	→ —	34,5	→ 40	→ —	→ —	45,5	"	"	32
	1,5	19,5	→ 26,5	→ —	→ 16,5; 23,5	→ 40	→ —	45,5	"	"	33
	8	9,5	→ —	→ —	→ 16,5; 21	→ 27,5	→ 41,5	→ 47,5	"	B18	34
	2	8	→ —	→ —	→ 16,5; 22	→ 41	→ 41,5	→ 47,5	"	"	35
	8	9,5	→ —	16,5	21	→ 41	→ 41,5	→ 47,5	"	"	36
	3	—	—	← 16,5; 21	→ 34,5	→ 41,5	→ —	44	"	B19	37
	3	← 5,5	—	← 16,5	→ 34,5	→ 43	→ —	48	"	"	38
	3	← 5,5	—	← 16,5	→ 34,5	→ 44,5	→ —	48	"	"	39
	5,5	← 7,5	19,5	← 18,5	→ 39,5	→ 46,5	→ —	49	29. III. 29	B22	40
	5,5	← 7,5	19,5	← 18,5	→ 39,5	→ 46,5	→ —	47,5	"	"	41
	5,5	← 7,5	19,5	← 18,5; 30,5	→ 30,5	→ 46,5	→ —	47,5	"	"	42
	7,5	—	← 18,5; 19,5	→ 30,5	→ 44,5	→ —	→ —	46,5	"	"	43
	7,5	—	← 18,5; 19,5	→ 30,5	→ 44,5	→ —	→ —	46,5	"	"	44
	3,5	—	← 10; 19,5	→ 17	→ 35,5	→ 40,5	→ —	45,5	"	B23	45
	3,5	—	← 10; 19,5	→ 17	→ 35,5	→ 40,5	→ —	45,5	"	"	46
	3,5	—	← 17; 19,5	→ —	→ 35,5	→ 40,5	→ —	46	"	"	47
	3,5	—	← 17; 19,5	→ —	→ —	→ 42,5	→ —	48,5	"	"	48
	1,5	← 3,5	← 17; 19,5	→ —	→ —	→ 43,5	→ —	48,5	"	"	49
	10,5	—	—	← 17,5; 19,5	→ —	→ 38,5	→ —	47	"	B24	50
	4	← 6,5	19,5	← 17,5; 22,5	→ 29,5	→ 38,5	→ —	47	"	"	51
	4	← 6,5	← 17,5; 19,5	→ —	→ —	→ 44	→ —	47	"	"	52
	4,5	← 6,5	19,5	→ —	17,5	→ 29,5	→ 43	→ 46,5	"	B25	53
	4	← 6,5	19,5	→ —	17,5	→ 29,5	→ 43	→ 46,5	"	"	54
	1,5	← 3,5	← 6,5; 19,5	→ —	17,5	→ —	→ —	45,5	"	"	55
Durchschnitt	4,26	8,19	16,92	21,74	36,25	41,51	—	47,43			

## 4. Aktivität des 2. Larvenstadiums.

Aktivitäts- stufe }	Temperatur ° C								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	11,5	← 13,5	← 14,5	← 20; 21,5	→ 36,5	—	48,5	→ 49,5	5. IV. 29	B 45	1
	11,5	← 15,5	← 20	21,5	→ 36,5	—	52	→ 53	"	"	2
	11,5	—	← 20	25,5	→ 40,5	→ 47	—	48,5	"	"	3
	11,5	—	← 20	21,5	→ —	41,5	→ 52	→ 53	"	"	4
	11,5	—	← 20	21,5	→ —	47	→ —	53	"	"	5
	9,5	← 10,5	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 43,5	→ 50,5	→ 52,5	"	B 46	6
	9,5	← 10,5	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 46,5	→ —	53	"	"	7
	9,5	—	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 46,5	→ —	53	"	"	8
	9,5	—	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 46,5	→ 53	→ 54	"	"	9
	9,5	—	← 21; 22	→ 35,5	→ 40,5	→ 46,5	→ 53	→ 54	"	"	10
	5	—	← 18; 17,5	→ 33,5	→ 43,5	→ —	45	← 48	7. IV. 29	B 47	11
	5	—	← 18; 17,5	→ 33,5	→ 43,5	→ 47	→ 52	→ 53	"	"	12
	5	—	← 18; 17,5	→ 38,5	→ 43,5	→ 47	→ 53	→ 55	"	"	13
	5	—	← 18; 17,5	→ 41	→ 43,5	→ 47	→ 53	→ 55	"	"	14
	5	—	← 18; 17,5	→ 41	→ 43,5	→ 47	→ 54	→ 55	"	"	15
	5,5	—	← 17; 19	→ 38	→ 44	→ 49	→ —	53	"	B 48	16
	5,5	—	← 17; 19	→ 38	→ 44	→ 49	→ —	53	"	"	17
	5,5	—	← 17; 19	→ 35	→ 44	→ 51	→ 53	→ 54,5	"	"	18
	5,5	—	← 17; 19	→ 35	→ 44	→ 51	→ —	54,5	"	"	19
	3	← 4	← 17; 19	→ 39	→ 44	→ 51	→ —	54,5	"	"	20
	10	—	← 11,5	← 20; 20	→ 36,5	→ 44,5	→ —	51	19. IV. 29	B 51	21
	2,5	← 10	—	← 20; 20	→ —	44,5	→ —	51	"	"	22
	2,5	← 10	—	← 20; 20	→ —	44,5	→ —	51	"	"	23
	5,8	← 10	20	→ 20; 25	→ —	44,5	→ —	51	"	"	24
	10	—	20	→ 20	→ —	44,5	→ —	51	"	"	25
	0,5	—	← 6; 21,5	→ 18,5; 24,5	→ 38	→ 43,5	→ —	51	"	B 53	26
	2,5	← 4,5	← 6; 21,5	→ 18,5; 24,5	→ 38	→ 51	→ —	51	"	"	27
	4,5	—	← 6; 21,5	→ 18,5; 26	→ 38	→ 51	→ 51	→ 53	"	"	28
	4,5	—	← 6; 21,5	→ 18,5; 26	→ 43,5	→ 51	→ —	53	"	"	29
	4,5	—	← 6; 21,5	→ 18,5; 26	→ —	51	→ —	53	"	"	30
	3,5	—	—	← 18; 20,5	→ 31	→ 42,5	→ —	50	"	B 54	31
	3,5	—	—	← 18; 20,5	→ 31	→ 42,5	→ —	50	"	"	32
	1,5	—	20,5	← 18; 27	→ 31	→ 42,5	→ 50	→ 51	"	"	33
Durchschnitt	6,4	9,8	18,0	25,9	40,0	46,9	51,4	52,3			

5. *Schistocerca gregaria*. 3. Larvenstadium.

Aktivitäts- stufen	Temperatur ° C								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	2,5	< 3,5	< 12,5; 21	> 19,5	> 42	> 46,5	> 48,5	> 49,5	17. IV. 29	B 49	1
	2,5	< 5,5	< 12,5	> 19,5; 21	> 42	> 46,5	> 48,5	> 49,5	"	"	2
	5,5	—	< 12,5	> 19,5; 21	> 41	> 46,5	> 49,5	> 50,5	"	"	3
	5,5	—	< 12,5	> 19,5; 21	> 41	> 16,5	—	> 50,5	"	"	4
	5,5	—	< 9	> 19,5; 21	> 41	> 46,5	—	> 50,5	"	"	5
	7,5	—	< 15,5; 21	> 19,5	—	—	> 42	> 47,5	"	B 50	6
	6,5	—	< 15,5	> 19,5; 21	> 40	> 45	—	> 52	"	"	7
	2,5	< 2,5	< 14	> 19,5; 21	> 41	> 45	—	> 52	"	"	8
	2,5	< 2,5	< 14	> 19,5; 21	> 42	> 45	—	> 52	"	"	9
	2,5	—	< 11	> 19,5; 21	> 42	> 45	> 52	> 53	"	"	10
	2,5	—	< 13,5	> 20	> 40,5	> 41	—	> 48	19. IV. 29	B 52	11
	4	< 6	—	> 20	> 10,5	> 41	> 48	> 49	"	"	12
	3	< 1	—	> 20	> 40,5	> 41	> 49	> 51	"	"	13
	3	< 4	—	> 20	> 40,5	> 41	> 49	> 51	"	"	14
	2,5	< 1	—	> 20	> 40,0	> 41	> 50	> 51	"	"	15
	7,5	—	< 14,5	15	> 35	> 41	—	> 48	22. IV. 29	B 55	16
	7,5	—	< 14,5	15	> 35	> 41	—	> 48	"	"	17
	7,5	—	< 14,5; 15	> 26,5	> 35	> 41	—	> 48	"	"	18
	0,5	< 5,5	< 14,5; 15	> 26,5	> 35	> 44	—	> 48	"	"	19
	0,5	—	< 14,5; 15	> 26,5	> 35	—	—	> 48	"	"	20
	3	—	< 12,5; 15	> 14,5; 27	> 36,5	> 44,5	> 16,5	> 47,5	"	B 56	21
	3	—	< 12,5; 15	> 14,5; 27	> 36,5	> 44,5	—	> 51	"	"	22
	3	—	< 12,5; 15	> 14,5; 34,5	> 40	> 44,5	—	> 51	"	"	23
	1,5	—	< 10,5; 15	> 14,5; 36,5	> 40	> 44,5	> 51	> 52	"	"	24
	1,5	—	< 15	> 14,5; 36,5	> 40	> 44,5	—	> 52	"	"	25
	4	—	< 17,5	> 17,5	—	> 36	> —	> 49	23. IV. 29	B 59	26
	4	—	< 17,5	> 23	—	> 36	> 49	> 49	"	"	27
	4	—	< 17,5	> 28	—	> 36	> 49	> 50	"	"	28
	2,5	< 3,5	< 17,5	—	—	> 41,5	—	> 51,5	"	"	29
	1	< 3	< 17,5	> 20	—	> 40	—	> 50	27. IV. 29	B 62	30
	1	< 3	< 17,5; 20	—	—	> 40	> 50	> 51	"	"	31
	1	< 3	< 17,5	> 20	—	> 40	> 51	> 52	"	"	32
	1	< 3	< 17,5; 20	—	—	> 40	> 51	> 52	"	"	33
	1	< 3	< 17,5; 20	—	—	> 40	—	> 52	"	"	34
	2,5	—	—	< 17; 20	> 34,5	> 40	> 49	> 50	"	B 64	35
	2,5	—	—	< 17; 20	> 34,5	> 40	—	> 50	"	"	36
	2,5	—	< 6	< 17; 20	> 34,5	> 40	—	> 50	"	"	37
	2,5	—	< 14; 20	< 17; 27,5	> 34,5	> 40	—	> 52	"	"	38
	2,5	—	< 14; 20	< 17; 27	> 34,5	> 40	—	> 52	"	"	39
	3,5	< 7,5	—	< 17,5; 20	> 26,5	> 38	> 51	> 52	"	B 67	40
	3,5	< 7,5	< 11	< 17,5; 20	> 26,5	> 38	—	> 51	"	"	41
	—	—	< 17,5; 20	—	> 26,5	> 38	—	> 50	"	"	42
	2,5	—	—	< 17,5; 20	> 36,5	> 39,5	> 52	> 53	"	B 68	43
	6	< 7,5	< 8,5	< 17,5; 20	> 38	> 39,5	—	> 52	"	"	44
Durchschnitt	3,3	4,3	15,3	28,7	37,0	41,8	49,3	50,4	—	—	—

## 6. 4. Larvenstadium.

Aktivitäts- stufen	Temperatur °C.								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	7,5	—	14; 15	26,5	—	44,5	—	51	22. IV. 29	B 57	1
	4,5	—	14; 15	26,5	—	44,5	—	51	"	"	2
	4,5	—	14; 15	26,5	—	44,5	—	51	"	"	3
	3	4,5	14; 15	26,5	—	44,5	51	53	"	"	4
	1	4,5	14; 15	26,5	—	44,5	51	53	"	"	5
	8,5	—	17; 17,5	35,5	—	39	45,5	49,5	23. IV. 29	B 60	6
	8,5	—	17; 17,5	35,5	—	42,5	51,5	52,5	"	"	7
	4	5	17; 17,5	—	35,5	42,5	—	52,5	"	"	8
	2	—	17; 17,5	—	35,5	42,5	52,5	52,5	"	"	9
	2,5	4,5	17; 17,5	26	39	42	48	49	"	B 61	10
	4,5	—	17; 17,5	26	—	42	—	49,5	"	"	11
	7	—	17; 17,5	26	—	42	—	49,5	"	"	12
	4,5	7	17; 17,5	35,5	—	42	—	50,5	"	"	13
	15	—	20	17,5; 31,5	40	45	53,5	54	27. IV. 29	B 63	14
	10	—	17,5; 20	31,5	45	15	—	53,5	"	"	15
	12,5	—	17,5; 20	37	—	45	47,5	52	"	"	16
	3	5,5	—	19,5; 22	36,5	41,5	50	51	28. IV. 29	B 69	17
	2	5,5	22	19,5; 31	—	44	—	51	"	"	18
	-0,5	0	—	19,5; 20	41	44	50	51	29. IV. 29	B 70	19
			20	26	43	44	51	52	"	"	20
Durchschnitt	(5,74)	4,56	16,78	26,91	39,19	43,27	49,14	51,35			

4,64

bei Anschluß  $2 \times 15^\circ$ 2. *Schistocerca gregaria*. 5. Larvenstadium.

	5	6,5	—	25; 25,5	42,5	45,5	—	50	7. V. 29	B 75	1
	6,5	—	—	25; 25,5	—	46	—	50	"	"	2
	6,5	—	—	25; 35,5	42,5	—	43	50	"	"	3
	7	8	25,5	25; 27,5	42,5	43	—	49	"	B 76	4
	7	10,5	25; 25,5	27,5	42,5	43	—	49	"	"	5
	(14)	—	25; 25,5	27,5	42,5	43	—	49	"	"	6
	4	5	9,5	25; 25,5	—	42,5	—	49	"	B 77	7
	4	5	—	25; 25,5	38,5	42,5	—	53	"	"	8
	6	7	—	25; 25,5	—	42,5	—	53	"	"	9
	2,5	6,5	28,5	25; —	45	46,5	—	51,5	"	B 78	10
	4	6,5	8; 28,5	25	41	46,5	52	53	"	"	11
	5	—	6,5; 28,5	25; 42,5	—	45	—	50	8. V. 29	"	12
	7	9	—	24,5	44	—	—	49	"	B 79	13
	5	9	—	24,5; 26,5	29	44	50	51	"	"	14
	5	10	—	24,5; 26,5	29	44	51	53	"	"	15
	3	4	—	24,5; 26,5	29	49	51	52	"	B 80	16
	3	4	—	24,5; 26,5	—	—	—	(29)	"	"	17
	9	11	—	24,5; 26,5	44	49	51	53	"	"	18
	6,5	8,5	—	24,5; 26,5	33	47	—	51	"	B 81	19
	4	—	—	24,5; 26,5	—	44	—	49	"	"	20
	6,5	9,5	26,5	24,5; 33	44	47	53	54,5	"	"	21
	4	6,5	8,5; 26,5	24,5; 28,5	31,5	46	50	51	"	B 82	22
	3	9,5	15,5	24,5; 26,5	31,5	46	50	51	"	"	23
	4	9,5	24,5	26,5	31,5	46	50	52	"	"	24
Durchschnitt	4,46	7,63	20,71	26,00	36,44	45,30	49,16	51,00			



8. *Schistocerca gregaria* ♀. (Frisch geschlüpft, Mai 1929.)

Aktivitäts- stufen	Temperatur ° C								Datum		Nr.
	1	2	3	4	5	6	7	8			
	6,5	—	—	← 23; 27 →	32	→ 46 →		52	9. V. 29	B 83	1
	8	← 15,5	← 18	← 23; 27 →	31	→ 46 →	50	→ 52	„	B 84	2
	6	← 11,5	27	23;	30	→ 44,5 →	49	→ 51	„	B 85	3
	2,5	← 9,5	← 22	→ 23,5; 26 →	36	→ 49 →	53	→ 54	10. V. 29	B 87	4
	2,5	← 4,5	—	← 23,5; 26 →	36	→ 45 →	53	→ 55	„	B 88	4
	2,5	← 7	← 23,5; 26	→ 31,5 →	36	→ 46,5 →	49	→ 50	„	B 89	6
	4	← 8	—	← 23; 25 →	28	→ 42,5 →	51,5	→ 52,5	13. V. 29	B 91	7
	2,5	← 5	—	← 23; 25 →	31	→ 39 →	48,5	→ 51	„	B 92	8
	7	← 9	← 23	25 →	28	→ 39 →	—	52,5	„	B 93	9
	2	← 3	← 10	← 18,5; 28 →	← 25; 36,5 →	45,5	→ —	51,5	14. V. 29	B 94	10
	4	← 7	← 10	← 25; 28 →	31	→ 44 →	50	51	„	B 95	11
Durchschnitt . .	4,2	19,9	19,9	24,5	31,7	44,3	50,5	52			

9. *Schistocerca gregaria* ♂. (Frisch geschlüpft, Mai 1929.)

	8	—	—	← 23; 27 →	32	→ 46 →	54	→ 55	9. V. 29	B 83	1
	4	← 15,5	—	← 23; 27 →	31	→ 46 →	—	50	„	B 84	2
	3	← 3,5	← 5,5; 27	← 23; —	30	→ 44,5 →	—	49	„	B 85	3
	7	← 11	← 22; 26	→ 23,5; 31,5 →	36	→ 46,5 →	53	→ 54	10. V. 29	B 87	4
	2,5	← 4,5	—	← 23,5; 26 →	34,5	→ 45 →	55,5	→ 56,5	„	B 88	5
	2,5	← 7	← 23,5	26 →	36	→ 45 →	46	→ 49	„	B 89	6
	4	← 9	← 19	← 23; 25 →	28	→ 42 →	51,5	→ 53,5	13. V. 29	B 91	7
	4	← 5	—	← 23; 25 →	28	→ 39 →	48,5	→ 50	„	B 92	8
	2	← 9	← 19	← 23; 25 →	28	→ 39 →	52,5	→ 53,5	„	B 93	9
	2	← 6	28	→ 18,5; 36,5 →	← 25; 38,5 →	45,5	→ 51,5	→ 52,5	14. V. 29	B 94	10
	7	← 10	—	← 25; 28 →	31	→ 42,5 →	51	→ 52,5	„	B 95	11
Durchschnitt . .	4,2	8,0	21,2	25,3	31,5	44,4	51,4	52,3			

## e) Besprechung der Versuchsergebnisse.

Zur Übersicht fassen wir zunächst in Tabelle 13 die Variabilität der Temperatur des Wärmetodes zusammen.

Tabelle 13.

Die Variabilität der Temperatur des Wärmetodes bei den verschiedenen Stadien.

Stadium	Temperatur in °C.												
	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56
Larve I . .	2	9	6	10	19	9	—	—	—	—	—	—	—
„ II . .	—	—	—	—	2	1	2	8	1	11	5	3	—
„ III . .	—	—	—	2	6	5	9	8	12	2	—	—	—
„ IV . .	—	—	—	—	—	4	1	6	5	3	1	—	—
„ V . .	—	—	—	—	—	6	4	5	2	5	1	—	—
♂ im Mai . .	—	—	—	—	—	2	2	—	2	2	1	1	1
♀ im Mai . .	—	—	—	—	—	—	1	4	4	—	1	1	—
♂ im März . .	—	1	—	1	2	4	6	3	3	3	—	1	—
♀ im März . .	—	—	1	—	2	9	5	1	1	—	—	—	—

Es ist daraus ersichtlich, daß die höchste ertragbare Wärme keine einheitliche ist, sondern stets im engeren Sinne eine Spanne von 4—6° C umfaßt.

Die zusammenfassende Tabelle stellt die Werte für die einzelnen Stadien zusammen, die im großen und ganzen ziemlich einheitlich sind.

Tabelle 14.

Die Aktivität von *Schistocerca gregaria*.

Stadium	1	2	3	4	5	6	7	8	n
♂ III. 29. . .	4,9	10,5	18,0	20,1	32,6	41,8	48,4	50,5	24
♀ III. 29. . .	3,8	7,7	18,5	20,3	30,0	41,5	47,7	50,1	24
Larve I . .	4,3	8,2	16,9	21,7	36,2	41,5	—	47,4	55
„ II . .	6,4	9,8	18,0	25,9	40,0	46,9	51,4	52,3	33
„ III . .	3,3	4,3	15,3	20,7	37,0	41,9	49,3	50,4	44
„ IV . .	4,6	4,6	16,8	26,9	39,2	43,3	49,1	51,4	20
„ V . .	5,5	7,6	20,7	26,0	36,9	45,3	49,2	51,0	24
♂ V. 29. . .	4,2	8,0	21,2	25,3	31,5	44,4	51,4	52,3	11
♀ V. 29. . .	4,2	7,9	19,9	24,5	31,7	44,3	50,5	52,0	11
Durchschnitt .	4,6	7,8	18,4	23,5	34,9	43,4	49,6	50,9	246 Sa

Die Variabilität ist im unteren Teile der Skala größer als im oberen. Die Ablesungen sind hier auch am schwierigsten. Nur die Werte für den Wärmetod des ersten Larvenstadiums fallen etwas aus dem Rahmen heraus. Wie bei fast allen Insekten ist die frisch geschlüpfte Larve durch äußere Faktoren mehr gefährdet als die folgenden.

Im Durchschnitt umfaßt die Spanne der normalen Aktivität (Stufen 4 und 5) die Temperaturen von 23,5—43,4° C. also genau 20° C.

Bevor wir zu einem Vergleich dieser Versuchsergebnisse mit den Feldbeobachtungen schreiten, haben wir uns zu erinnern, daß die Körpertemperatur weder der Schatten- noch der Bodentemperatur entspricht. Wir können also nur Anhaltspunkte daraus entnehmen, nicht aber dieselben direkt vergleichen. Die wichtigsten Temperaturdaten der Untersuchungen im Freien waren:

#### Verhalten der Hüpferlarven.

Bei Boden-  
temperatur  
in °C

- unter 20 Die Tiere sitzen; ein kleiner Teil wandert langsam.  
20—26 Bei 20° Wärmeansammlung in Erwärmungsstellung; Wanderung beschleunigt.  
27—37 Über 27° beginnt die eigentliche Wanderung.  
über 40 Wanderung wird eingestellt. Abkühlungsstellung.  
27—20 Abendansammlungen.  
unter 20 Zerstreuen sich und erklettern Pflanzen zur Übernachtung.  
(Dabei in warmen Nächten Wanderung, an kühlen Tagen keine Wanderung.)

Wir haben uns nun vorzustellen, daß die Körpertemperatur vor Sonnenaufgang derjenigen des Bodens mehr oder weniger gleicht. Ferner, daß nach der Erwärmungsansammlung am Morgen und nach Beginn der eigentlichen Wanderung die Körperwärme der Larven zwischen 40 und 43° C schwankt, bei den früheren Stadien etwas niedriger, bei den späteren etwas höher. Betrachten wir unter diesem Gesichtspunkt die Tabelle 11 S. 467 über die Temperaturabhängigkeit der Wanderungsgeschwindigkeit, so ergibt sich folgendes interessantes Resultat. Bereits früher konnten wir an Ameisen<sup>1)</sup> feststellen, daß die Temperaturabhängigkeiten der Geschwindigkeit bei Insekten sich innerhalb einer identischen Ablesungsserie zwanglos zu einer gleichseitigen Hyperbel anordnen. In der eben erwähnten Arbeit wird noch ausführlich darauf zurückzukommen sein. Brauchbare Werte zur Berechnung finden wir in Tabelle 11 nur unter den Werten für das erste und zweite Stadium.

Es betrug hier die Zeit, in der ein Meter durchlaufen wurde, um 6<sup>h</sup>, vor Sonnenaufgang, bei 18° C ca. 90 (74—120) Sekunden, bei den Tagestemperaturen waren 10 Sekunden etwa das Übliche. Wir erhalten so den Hyperbelansatz:

$$\begin{aligned} 90(18 - x) &= 10(41 - x) \\ 1620 - 90x &= 410 - 10x \\ x &= 1210 : 80 = \underline{15,1^\circ \text{ C.}} \end{aligned}$$

<sup>1)</sup> F. S. Bodenheimer und H. Z. Klein, Über die Temperaturabhängigkeit von *Messor semirufus* (Hym. Formic.). (In Vorbereitung.)

Dieses  $x = 15,1^{\circ}\text{C}$  bedeutet nichts anderes als den Aktivitätsnullpunkt, unterhalb dessen keine Fortbewegung mehr stattfindet. Praktisch hört bereits in allen Fällen die Aktivität 2—3° über diesem Aktivitätsnullpunkt auf. Das stimmt aufs beste mit dem Grenzwert für die dritte Stufe (Stadium I  $16,9^{\circ}\text{C}$ , Stadium II  $18,0^{\circ}\text{C}$ ) überein. Auch auf diesem indirekten Wege ist somit von neuem festgestellt, daß unsere obigen Annahmen über die Körpertemperatur der Larven zu den verschiedenen Tageszeiten zu Recht bestanden. Wir verstehen auf Grund dieser Überlegungen auch leicht, warum das Maximum der Wanderungsgeschwindigkeit sich während des Tages kaum verändert (abgesehen von der Ruhe in den heißen Mittagstunden)

Es sei übrigens noch hinzugefügt, daß kleine Veränderungen in den angenommenen Hyperbelansätzen (z. B.  $43^{\circ}$  statt  $41^{\circ}$  oder 97 statt 90 Se-

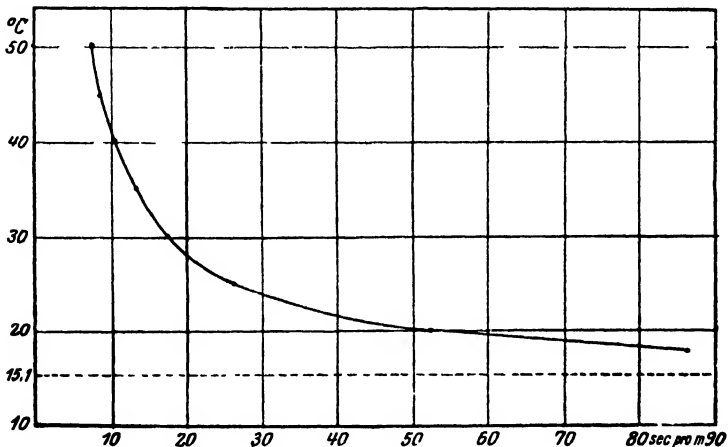


Abb. 24. Temperaturabhängigkeit der Geschwindigkeit von Larven des 1. und 2. Stadiums.

kunden) nur Schwankungen des Ergebnisses zwischen  $15,1$ — $15,3^{\circ}\text{C}$  zur Folge haben.

Die Temperaturabhängigkeit der Aktivität ist somit in ihrem vollen Umfange festgestellt und geklärt.

#### d) Versuche mit dem Aktographen.

Der Aktograph ist meines Wissens zuerst von Szymanski<sup>1)</sup> in die Wissenschaft eingeführt worden. Ein empfindlicher Hebel ist an dem einen Ende mit einem leichten Käfig aus Gelatinepapier, in den die zu untersuchenden Tiere hineinkommen, an dem anderen Ende mit einem Schreiber verbunden. Der Schreiber drückt auf die Rußtrommel eines Kymographen, der sich in 24 Stunden genau einmal um sich selbst dreht.

<sup>1)</sup> Szymanski, Eine Methode zur Untersuchung der Ruhe- und Aktivitätsperioden bei Tieren. Pflügers Archiv Vol. 158 S. 343. 1914. — K. Meunier, Experimentelles über den Schwärmbetrieb beim Maikäfer. Zeitschr. f. angew. Entom. XIV, 1928 S. 91.

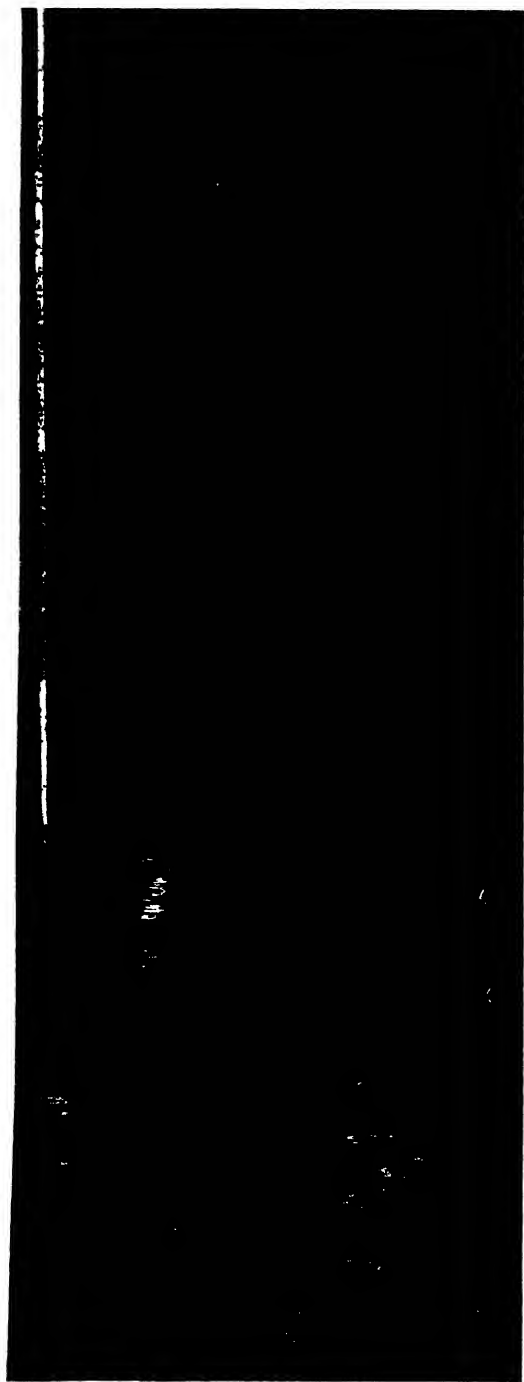


Abb. 25. Diagramm des Aktographen an je 3 Larven 5. Stadiums (V 35 u. 36). Aktiv von Anfang (9<sup>10</sup>) bis 15<sup>11</sup> resp. 15<sup>20</sup> und dann Ruhe bis 8h am nächsten Morgen.



Abb. 26. Diagramm des Aktographen eines frisch geschlüpften ♀ (V 41). Aktiv von Anfang (16<sup>10</sup>) bis 21<sup>20</sup> und von 8<sup>20</sup> am nächsten Morgen bis 15<sup>20</sup> (Ende). In der Nacht Ruhe.

Jede Bewegung des Tieres bringt den Hebel in leichte Schwankungen, die sich auf der Rußtrommel aufzeichnen. Da die Schwankungen in der Stärke, besonders bei kleineren Tieren, sehr verschieden groß sind, je nachdem, ob das Tier sich senkrecht oder parallel zur Richtung des Hebelarmes bewegt, verzichten wir auf eine quantitative Auswertung der Ausschläge. Die folgenden Kurven zeigen den deutlichen Unterschied zwischen Tag und Nacht. Nur in einigen Chamzinnächten fand eine geringe Aktivität statt. Im übrigen bedeuten die Ergebnisse nur eine Bestätigung der zuvor bereits mitgeteilten Daten zur Aktivität.

Tabelle 15.

Aktivitätsversuche an *Schistocerca gregaria*.

Ver- suchs- Nr.	Stadium	Datum	Aktivitäts- dauer	Bemerkungen
V. 1	gelbes ♀	28./29. III.	(10 <sup>50</sup> )—16 <sup>26</sup>	
V. 2	„ ♀	29./30. III.	7 <sup>14</sup> —15 <sup>56</sup>	
V. 12	5 Larven I	11./12. IV.	7 <sup>00</sup> —16 <sup>00</sup>	
V. 14	10 „ I	14./15. IV.	7 <sup>41</sup> —16 <sup>15</sup>	
V. 7	5 „ I	4./5. IV.	5 <sup>36</sup> —16 <sup>36</sup>	
V. 8	5 „ I	5./6. IV.	5 <sup>24</sup> —16 <sup>06</sup>	
V. 9	5 „ II	8./9. IV.	(5 <sup>12</sup> )—18 <sup>11</sup>	
V. 10	5 „ II	9./10. IV.	(14 <sup>15</sup> )—16 <sup>21</sup>	
V. 20	3 „ IV	20./21. IV.	(11 <sup>30</sup> )—15 <sup>10</sup>	
V. 21	3 „ IV	23./24. IV.	(8 <sup>30</sup> )—14 <sup>30</sup>	
V. 22	3 „ IV	27./28. IV.	(13 <sup>15</sup> )—16 <sup>15</sup>	
V. 31	5 „ V	7./8. V.	(10 <sup>15</sup> )—16 <sup>59</sup>	
V. 32	5 „ V	8./9. V.	1 <sup>26</sup> —16 <sup>50</sup>	Chamzin auch nachts
V. 33	3 „ V	9./10. V.	4 <sup>12</sup> —18 <sup>16</sup>	„ „ „
V. 34	3 „ V	10./11. V.	1 <sup>42</sup> —16 <sup>11</sup>	„ „ „
V. 35	3 „ V	13./14. V.	(8 <sup>26</sup> )—15 <sup>39</sup>	
V. 36	3 „ V	14./15. V.	7 <sup>19</sup> —15 <sup>50</sup>	
V. 37	1 „ V	15./15. V.	6 <sup>32</sup> —15 <sup>26</sup>	
V. 38	frisches ♀	16./17. V.	8 <sup>48</sup> —18 <sup>24</sup>	
V. 39	„ ♀	17./18. V.	(10 <sup>55</sup> )—15 <sup>43</sup>	
V. 40	„ ♂	19./20. V.	5 <sup>32</sup> —15 <sup>52</sup>	
V. 41	„ ♂	20./21. V.	8 <sup>30</sup> —21 <sup>28</sup>	

## F. Die Vorzugstemperatur.

Von F. S. Bodenheimer und N. Sogal.

Vorzugstemperatur<sup>1)</sup> nennen wir diejenige Temperatur, die von der Mehrzahl der Individuen einer Art, welche die Auswahl unter verschiedenen Temperaturen haben, aufgesucht wird.

Über die Arbeitsmethodik (Hertersche Temperaturorgel) und die Auswertungsmethoden ist in der eben zitierten Arbeit alles Erforderliche gesagt.

Die ersten drei Larvenstadien von *Schistocerca gregaria* bewegten sich in der Temperaturorgel völlig frei. Die Tiere des 4. und besonders des 5. Stadiums konnten nur schwer wenden, die des 5. garnicht mehr. Letzteres trifft natürlich auch für die Imagines zu. Vorversuche ergaben aber, daß auch hier die Ablesungen recht zuverlässig werden, wenn man nur 1—2 Individuen in die Temperaturorgel setzt und der Kopf nach der Wärmequelle hin orientiert ist. Bezüglich der minimalen erforderlichen Zahl von Ablesungen zeigen auch diese Ergebnisse wieder, daß 200 bis 250 Ablesungen ein durchaus treffendes Verteilungsbild ergeben. Als Mittel wurde diesmal nur das arithmetische Mittel errechnet, da wir ja auch in der früheren Arbeit aus den variationsstatistischen Fehlerwerten keine Folgerungen gezogen haben. Die Heuschrecken sind bedeutend größer als einem Ablesungsfeld der Skala entspricht. Wir haben auf Grund der Herterschen Ergebnisse<sup>2)</sup> angenommen, daß die Hauptwärmeempfindung und Orientierung am Kopfe lokalisiert ist, und haben daher stets die Stellung des Kopfes als den augenblicklichen Stand auf der Skala verzeichnet.

### a) Versuchsergebnisse.

Wir lassen hier zunächst die Ergebnisse der Einzelversuche folgen.

<sup>1)</sup> F. S. Bodenheimer und D. Schenkin, Über die Temperaturabhängigkeit von Insekten. I. Über die Vorzugstemperatur einiger Insekten. Ztschr. f. vergl. Physiol. Bd. 8. 1928 p. 1—15.

<sup>2)</sup> K. Herter, Untersuchungen über den Temperatursinn einiger Insekten. ibidem. Bd. 1. 1924 S 221--288.

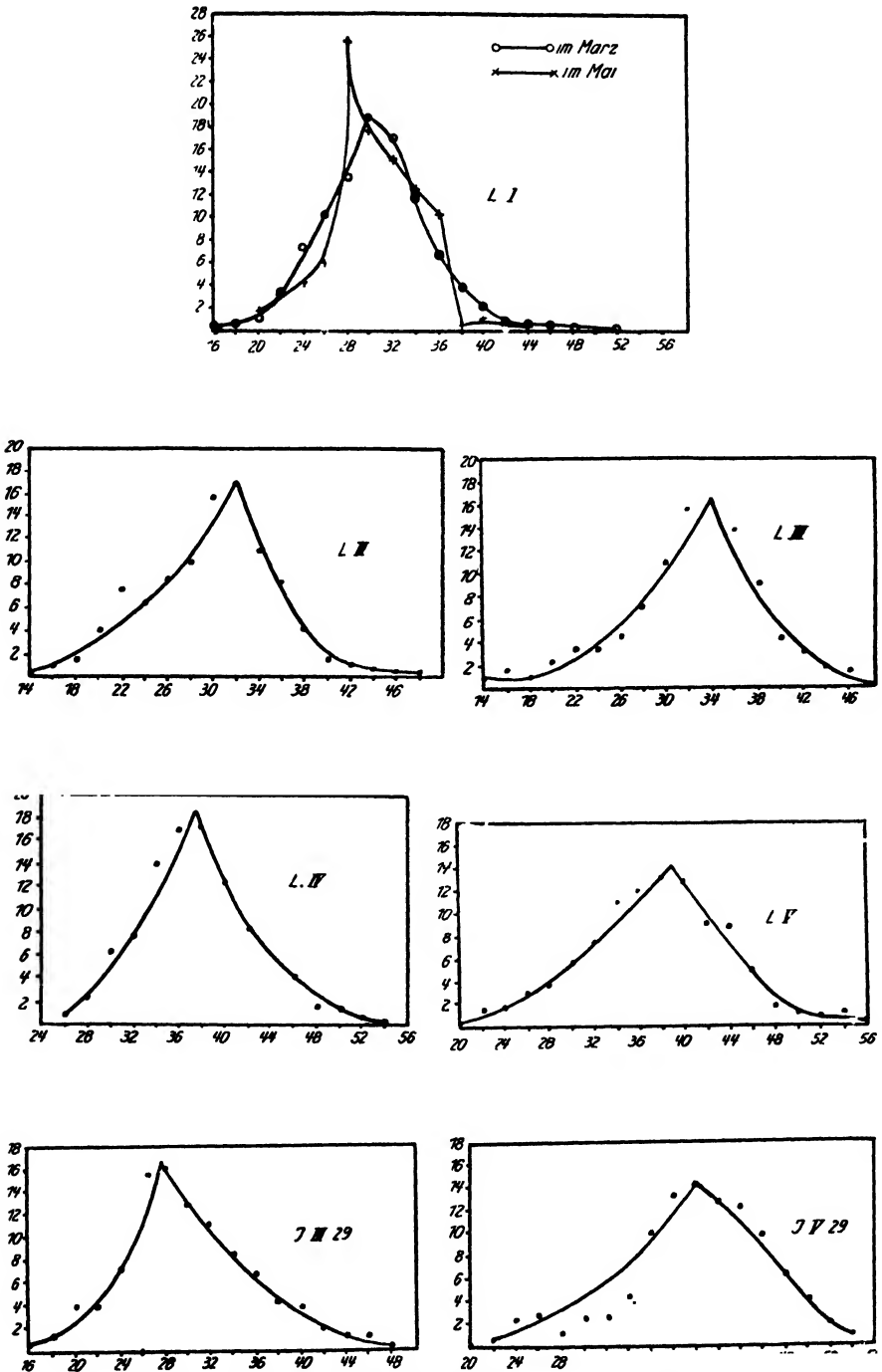


Abb. 27. Verteilungskurven der Vorzugstemperaturen der einzelnen Stadien.  
L.I.—L.V.: 1.—5. Larvenstadium. J.III. und J.V.: Imagines März und Mai 1929.



Tabelle

## Die Vorzugstemperatur von

		Temperatur in ° C																																						
		13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36															
		1. Die Imagines der erablegenden																																						
		—	2	1	2	4	5	12	2	4	9	19	25	21	27	21	17	17	18	16	14	8	12	6																
		—	1	1	1	1	1	5	6	10	7	13	18	25	22	21	22	14	14	15	11	15	17	4																
		—	2	2	3	5	6	17	8	14	9	32	13	46	49	42	39	31	32	31	25	23	29	10																
		—	—	1	—	8	—	23	—	22	—	11	—	59	—	91	—	70	—	63	—	48	—	39																
in °	o	—	—	0,7	1,4	4,0	3,9	—	—	—	—	—	—	15,6	—	16,0	—	12,6	—	11,0	—	8,4	—	6,5																
		2. Die Larven																																						
		a) Versuche mit ausgefärbten																																						
		—	—	2	3	2	2	4	4	4	6	6	9	9	11	10	10	6	9	16	8	11	10	11																
		—	1	3	1	—	1	4	5	7	12	13	16	17	25	23	23	27	27	23	18	13	15	8																
		—	1	1	1	1	1	2	3	5	11	11	12	17	19	27	28	22	22	19	14	6	3																	
		—	—	1	2	3	6	8	9	25	23	25	25	26	25	32	27	33	38	30	18	13																		
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—																		
		—	1	6	5	4	6	12	22	35	49	76	85	85	104	122	158	158	147	141	110	89	66	47																
		—	7	9	18	—	57	—	125	—	170	—	226	—	316	—	288	—	199	—	113																			
in °	o	—	—	0,4	0,6	—	1,1	—	3,1	—	7,5	—	10,2	—	13,6	—	15,9	—	17,3	—	11,9	—	6,5																	
		b) Versuche mit frisch geschlüpften																																						
		—	—	—	—	—	—	—	—	1	1	1	1	3	4	13	11	9	12	15	7	7	5																	
		—	—	—	—	—	—	2	3	3	3	3	5	6	8	21	19	17	20	23	19	23	45	11																
		—	—	—	1	1	3	5	3	6	6	9	10	12	16	25	37	38	34	37	34	32	25	19																
		—	—	—	—	1	1	3	7	6	9	10	13	16	19	27	50	69	69	63	72	68	62	77	65															
		—	—	—	—	2	—	10	—	15	—	23	—	35	—	77	—	138	—	135	—	130	—	142																
in °	o	—	—	—	—	0,2	—	1,2	—	1,8	—	2,8	—	4,2	—	9,3	—	16,7	—	16,1	—	15,8	—	17,2																
		c) Versuche mit ausgefärbten																																						
		—	—	—	—	—	—	1	2	3	2	3	4	5	5	5	4	1	9	10	9	11	11	9																
		—	—	—	—	—	—	1	2	2	2	2	4	3	4	24	35	24	16	13	9	8	6	4	4															
		—	—	—	—	—	—	1	3	4	5	4	7	7	9	29	40	28	20	22	19	17	17	15	13															
		—	—	—	—	—	—	4	—	9	—	11	—	16	—	69	—	48	—	41	—	34	—	28																
in °	o	—	—	—	—	—	—	1,5	—	3,3	—	4,1	—	5,9	—	25,7	—	17,9	—	15,3	—	12,7	—	10,4																
		3. Die Larven																																						
		—	—	—	—	—	—	2	2	7	12	20	16	13	12	12	11	13	16	21	22	20	25	27	25															
		—	—	—	—	—	2	10	20	35	37	11	8	7	9	10	8	12	18	18	15	8	9	11	9															
		—	1	4	4	3	3	6	1	1	7	7	4	1	1	2	7	15	18	38	35	35	25	24	12															
		—	3	4	4	4	6	5	7	8	10	7	7	9	12	15	26	31	35	42	27	21	17	11	10	6														
		—	—	—	3	2	2	2	2	1	—	1	7	11	14	16	16	18	29	24	23	14	9	7	7															
		—	—	—	1	—	2	3	7	7	7	13	25	26	16	16	26	27	29	20	8	5	—	1																
		3	5	8	12	11	12	29	36	61	70	53	57	69	77	82	89	119	150	157	136	102	84	81	58															
		—	8	—	20	—	23	—	65	—	131	—	110	—	146	—	171	—	269	—	293	—	186	—	139															
in °	o	—	0,5	—	1,2	—	1,4	—	4,1	—	7,7	—	6,5	—	8,6	—	10,0	—	15,8	—	17,2	—	10,9	—	8,2															

16.

*Schistocerca gregaria* Forsk.

Temperatur in ° C															Protokoll Nr	Datum	Vorzugs- mittel in ° C	Zahl der Ab- lesungen
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	

## Generation im März 1929

1	3	5	1	1	2	4	1	2	2	-	-	-	-	-	-	-	♂	III. 29	28,81	279
7	11	10	6	4	4	2	1	-	2	1	-	-	-	-	-	-		III. 29	29,98	291
11	14	15	7	5	6	6	2	2	4	1	-	-	-	-	-	-			29,11	570
	25	-	22	-	11	-	8	-	6	-	1	-	-	-	-	-				
-	4,4	-	3,9	-	2,0	-	1,4	-	1,1	0,2	-	-	-	-	-	-				

des 1. Stadiums.

## Tieren im März 1929.

10	7	7	3	3	2	-	1	2	-	-	-	-	-	-	VC 2	25 III. 29	30,52	191
7	8	4	2	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	VC 4	26 III. 29	29,47	303
5	1	4	3	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	VC 6	28. III. 29	30,14	252
11	8	5	1	1	2	1	1	-	-	-	-	-	-	-	VC. 12	1 IV. 29	29,90	399
9	7	4	2	3	2	2	2	2	2	1	-	1	1	-	VC 14	2. IV. 29	30,57	519
42	34	24	11	11	7	1	4	5	3	1	-	1	1	-	5		30,13	1664
-	76	-	35	-	18	-	8	-	8	-	1	-	2	-				
	1,6	-	2,1	-	1,1	-	0,5	-	0,5	-	0,1	-	0,1	-				

## noch unausgefügten Tieren im März 1929

2	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	VC. 8	29. III. 29	31,68	101
38	16	12	8	3	3	2	3	1	-	-	-	-	-	-	VC. 10	31. III. 29	32,96	341
9	6	7	1	3	3	3	2	2	1	1	-	-	-	-	VC. 16	3. IV. 29	32,05	384
49	25	21	12	6	6	5	5	3	1	1	-	-	-	-	3		32,42	826
-	74	-	33	-	12	10	-	4	-	1	-	-	-	-				
-	9,0	-	4,0	-	1,4	1,2	-	0,5	-	0,1	-	-	-	-				

## Tieren im Mai 1929

-	-	-	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	VC. 51	17. V. 29	31,10	102
1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	VC 55	17 V. 29	29,06	166
1	-	1	2	2	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	2		29,81	268
-	1	-	3	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-				
-	0,4	-	1,1	-	1,1	-	0,4	-	-	-	-	-	-	-				

## des 2. Stadiums.

18	4	4	2	2	2	1	1	1	1	-	-	-	-	-	VC. 21	7. IV. 29	30,57	314
6	2	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	VC. 22	8. IV. 29	26,66	268
6	5	3	3	4	4	2	2	3	2	2	2	-	-	-	VC. 23	9. IV. 29	31,53	292
4	4	3	3	3	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	VC 24	11. IV. 29	26,77	348
7	6	3	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	VC. 25	12. IV. 29	29,63	226
2	2	1	1	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	VC 26	14. IV. 29	28,88	254
42	23	15	11	11	11	6	5	4	3	2	2	-	-	-	6		28,82	1702
-	67	-	26	-	22	-	11	-	7	-	4	-	-	-				
-	4,2	-	1,5	-	1,3	-	0,7	-	0,4	-	0,2	-	-	-				

	Temperatur in ° C																													
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36						
<b>4. Die Larven</b>																														
	-	1'	-	7	5	8	8	10	10	11	6	14	13	15	14	17	11	20	22	23	26	12	9	5						
	1	4	1	-	1	1	1	1	1	2	2	5	7	7	16	19	17	22	26	23	16	17	11	9	5					
	13	15	-	-	-	1	-	1	4	12	3	2	3	3	2	4	6	5	6	10	11	14	17	33	15					
	-	-	-	-	-	2	2	1	3	2	3	3	3	2	4	9	11	18	25	21	23	19	12							
	-	-	-	-	1	2	2	2	5	3	1	-	-	-	2	7	12	13	15	16	18	27	16							
	-	-	-	-	-	1	6	-	2	1	1	-	3	6	9	10	9	11	10	20	13	15	13							
in ° o	-	15	19	8	5	11	14	22	18	35	22	31	28	40	48	59	69	96	113	126	133	115	128	85						
	15	-	27	16	-	-	36	-	53	-	53	-	68	-	107	-	165	-	239	-	248	-	213							
	-	1,0	-	1,8	1,0	-	2,3	-	3,4	3,4	-	4,4	-	7,0	-	10,8	-	15,6	-	16,2	-	13,9								
<b>5. Die Larven</b>																														
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	6	6	4	12							
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	4	12	13	14	8	10	8	11	13						
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	4	2	5	3	3	1	7						
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	3	2	5	11	18	23	19	13						
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	2	4	4	4	4	1	6	7	10	23						
n ° o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	5	5	11	21	24	25	30	41	50	50	68							
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	16	-	45	-	55	-	94	-	118							
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	2,4	-	6,7	-	7,9	-	14,0	-	17,0							
<b>6. Die Larven</b>																														
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	2	2	3	2	3	5	5	5	8							
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	2	1	1	1	-	2	6	7	6	8						
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1	2	2	4	5	9	9	9	5	1								
	-	-	-	-	-	-	1	2	3	1	1	-	-	2	4	1	1	1	2	3	5	4								
	-	-	-	-	-	1	2	2	2	1	1	4	3	4	5	4	9	3	2	3	5	5								
in ° o	-	-	-	-	-	1	3	4	6	3	6	8	6	11	14	13	17	18	24	27	26	29								
	-	-	-	-	-	1	-	7	-	9	-	14	-	17	-	27	-	35	-	51	-	35								
	-	-	-	-	-	0,2	-	1,4	-	1,9	-	3,1	-	3,7	-	5,8	-	7,5	-	11,1	-	11,9								
<b>7. Die frischgeschlüpfen</b>																														
	-	-	-	-																										

Temperatur in ° C														Protokoll Nr.	Datum	Vorzugs- mittel in ° C	Zahl der Ablesungen
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
des 3. Stadiums.																	
5	4	3	2	1	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
19	16	6	9	6	5	4	4	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—
3	3	3	2	1	2	2	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	7	7	7	7	6	6	4	5	3	1	—	—	—	—	—	—	—
8	5	3	4	4	4	2	2	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
15	9	6	6	5	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	8	6	4	2	2	1	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	52	34	34	26	22	15	12	11	7	2	—	—	—	—	—	—	—
—	125	—	68	—	48	—	27	—	18	—	2	—	—	—	—	—	—
—	8,9	—	4,4	—	3,1	—	1,8	—	1,2	—	0,1	—	—	—	—	—	—
														7		31,62	1529

## des 4. Stadiums.

3	2	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	14	16	11	5	2	3	1	—	1	2	1	1	1	1	1	—	—
3	5	9	8	10	9	20	12	9	6	2	3	3	2	2	1	1	—
17	13	7	6	3	4	5	6	5	5	3	2	2	2	—	—	—	—
23	26	16	14	11	8	4	4	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—
59	60	48	39	35	23	32	23	15	13	5	7	6	5	3	1	2	—
—	119	—	87	—	58	—	55	—	28	—	12	—	11	—	4	—	2
—	17,2	—	12,4	—	8,3	—	7,9	—	4,1	—	1,7	—	1,6	—	0,6	—	9,3
														5		37,06	694

## des 5. Stadiums.

4	3	4	6	2	—	1	1	1	—	—	—	1	—	—	1	—	—
6	7	6	6	6	8	7	4	3	2	1	—	—	—	—	—	—	—
7	10	13	12	4	3	3	3	2	1	1	2	2	1	1	1	1	—
12	5	4	4	5	13	12	9	10	5	3	1	1	—	—	1	1	1
3	3	2	2	—	2	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
32	28	29	30	17	26	24	17	16	8	5	3	3	2	1	2	3	1
—	60	—	59	—	43	—	41	—	24	—	8	—	5	—	3	—	4
—	12,9	—	12,7	—	9,2	—	8,8	—	5,2	—	1,7	—	1,1	—	0,7	—	0,9
														5		36,66	466

## Imagines im Mai 1929.

13	23	15	15	13	15	10	14	13	12	6	7	10	6	3	3	3	1
18	12	21	20	23	13	16	21	11	13	8	10	1	3	2	1	—	—
														♂	V. 29	38,80	259
31	35	36	35	36	28	26	35	24	25	14	17	11	9	5	4	3	1
—	66	—	71	—	64	—	61	—	49	—	31	—	20	—	9	—	4
—	13,0	—	14,0	—	12,6	—	12,0	—	9,6	—	6,1	—	3,9	—	1,8	—	0,8
														♀	V. 29	38,92	242
																39,34	501

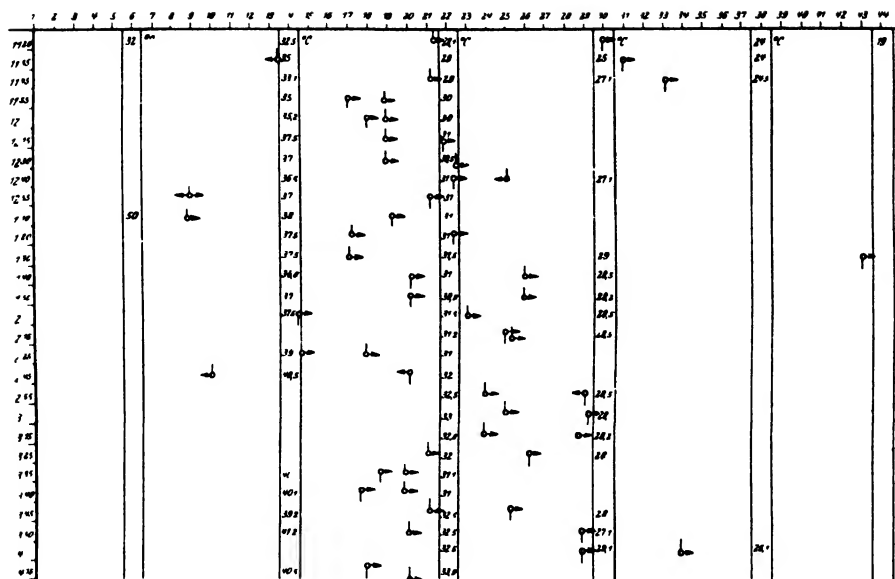


Abb. 28. Versuch in der Temperaturorgel (1 ♂, 1 ♀ der einbliegenden Generation ('19)).

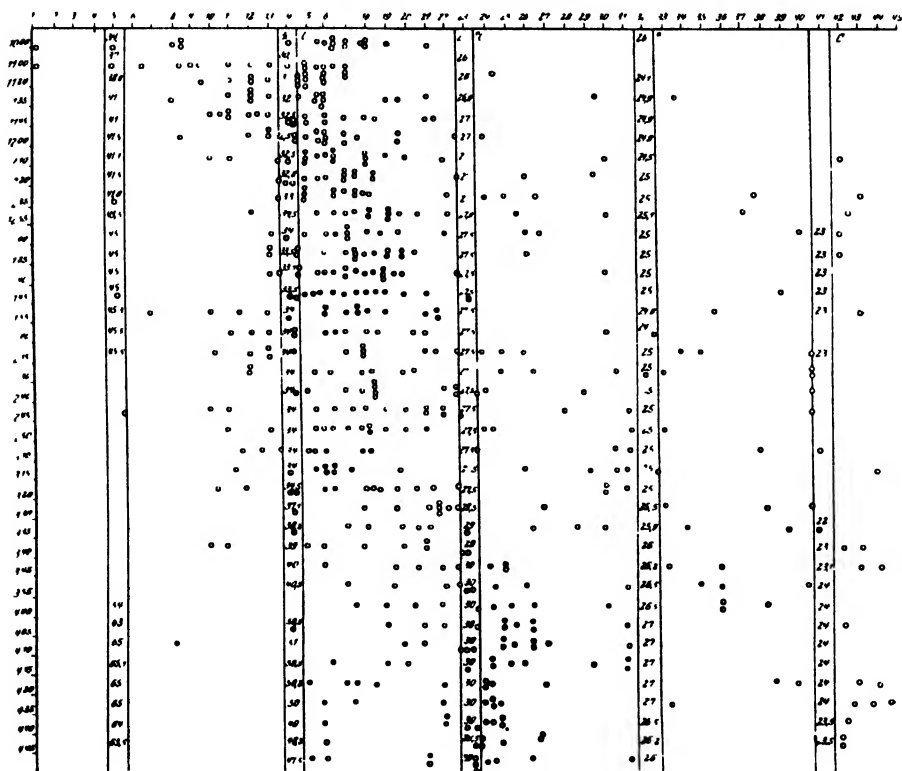


Abb. 29. Versuch in der Temperaturorgel (Larven des 1. Stadiums, ('14)).

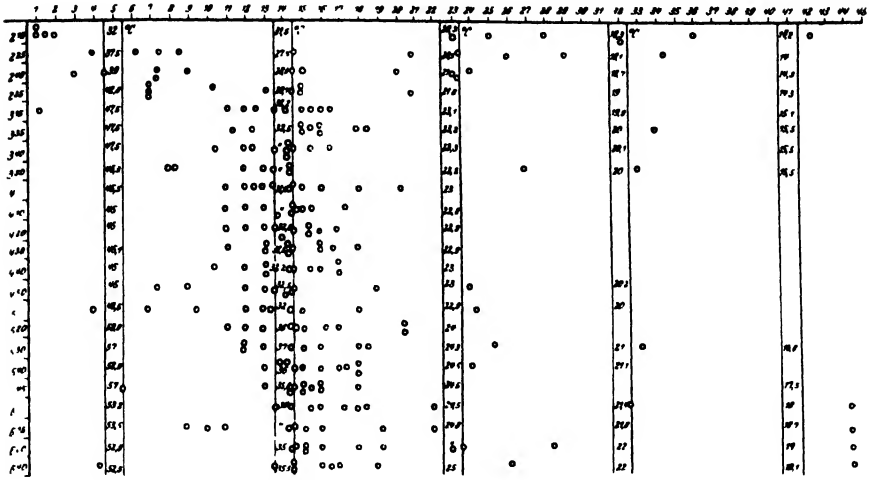


Abb. 30. Versuch in der Temperaturregel (Larven des 3. Stadiums, C 34).

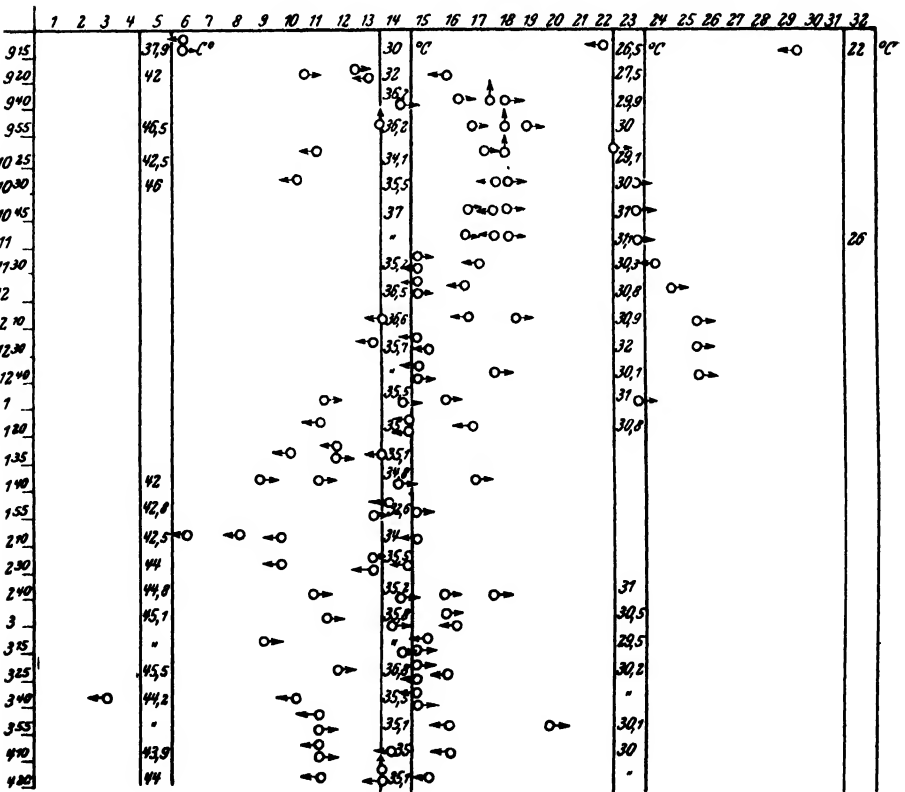


Abb. 31. Versuch in der Temperaturregel (Larven des 4. Stadiums, C 51).

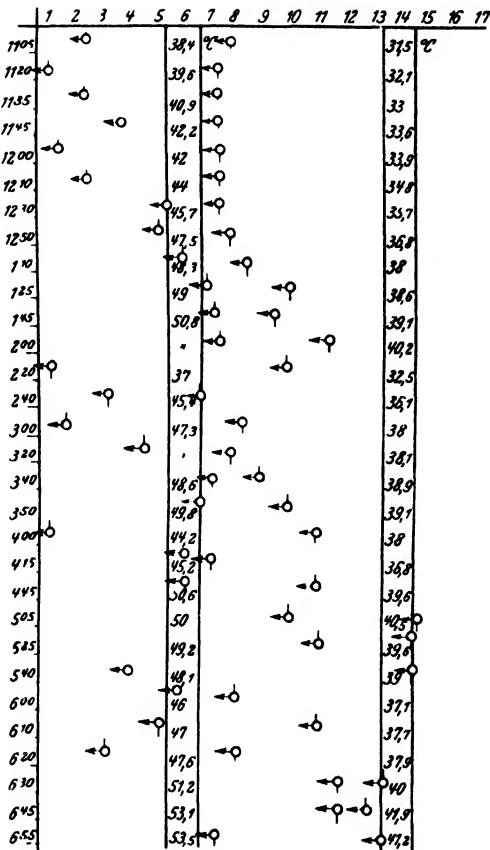


Abb. 32. Versuch in der Temperaturorgel  
(1 ♂, 1 ♀ der jungen Generation. C 62).

## b) Besprechungen der Versuchsergebnisse.

Schon auf den ersten Blick weichen unsere Ergebnisse von den früheren Verteilungsbildern an anderen Insekten (Herter, Bodenheimer und Schenkin) in einem wesentlichen Punkte ab: Die Verteilungskurve erstreckte sich dort nur selten über 20° C, bei *Schistocerca gregaria* umfaßt sie eine Spanne von 30° C. Infolgedessen erreicht der Gipfel der prozentualen Verteilungskurve fast nie 20%. Die ganze Kurve verläuft flacher und diffuser. Trotz der erheblichen Unterschiede im Mittelwert gleichen die Kurvenformen bei den einzelnen Stadien einander sehr.

Besonders auffallend ist der Anstieg in der Vorzugstemperatur mit zunehmender Entwicklung. Die Werte sind:

Tabelle 17.

Stadium	Vorzugstemperatur	Zahl der Ablesungen
Eiablegende Imagines (III. 29)	29,4° C	570
Hupfer des 1. Stadiums	30,1° C	1664
" " 2.	28,8° C	1702
" " 3.	31,6° C	1529
" " 4.	37,1° C	694
" " 5.	36,7° C	466
Frischgeschlüpfte Imagines (V. 29)	39,3° C	501

Sinnfälliger noch als durch diese Zahlen wird diese Erscheinung durch Abb. 33. Am deutlichsten ist der Unterschied bei den alten und den jungen Imagines, wo er fast genau 10° C beträgt. Es liegt natürlich nahe, hierbei an den Einfluß der steigenden Außenwärme zu denken.

Diese Deutungsmöglichkeit entfällt jedoch durch die folgenden Versuchsergebnisse am 1. Stadium:

Art der Versuchstiere	Vorzugstemp.	Zahl der Ablesungen
Ausgefärbte Larven im März 1929 . .	30,1° C	1664
Frisch geschlüpfte unausgefärbte Larven		
im März 1929 . . . . .	32,4° C	826
Ausgefärbte Larven im Mai 1929 . .	29,8° C	268

Die Vorzugstemperatur desselben Stadiums im März und im Mai sind identisch. Hingegen liegen sie für die ganz frisch geschlüpften Tiere des 1. Stadiums deutlich höher. Die Vorzugstemperatur hängt ganz offenbar von dem physiologischen Zustand der Tiere selbst ab. Innerhalb

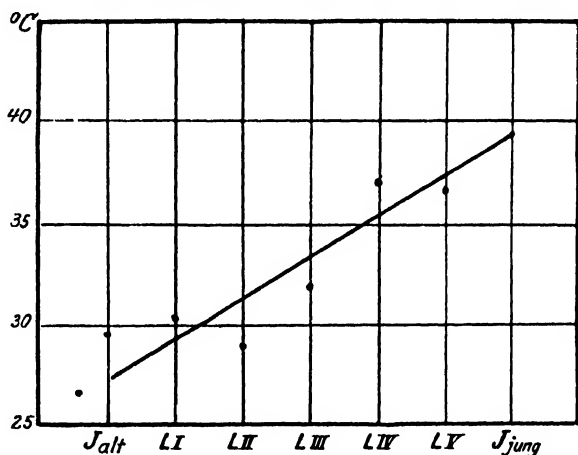


Abb. 33. Die Vorzugstemperaturen der verschiedenen Stadium.

des 1. Stadiums haben wir daran zu erinnern, daß die Tiere „feucht“ aus den Eiern schlüpfen und während des ersten Lebenstages eine Menge Wasser verlieren. Vielleicht ist diese Erscheinung allgemeiner, sodaß der Wassergehalt der Gewebe einen entscheidenden Einfluß auf die Vorzugstemperatur hat. Leider konnten wir in diesem Jahre keine diesbezüglichen Untersuchungen anstellen. Die Vorzugstemperatur der jungen Imagines mit annähernd 40° C ist wohl die höchste bisher zur Beobachtung gelangte. Sie ergänzt unsere Untersuchungen über die Körperwärme vortrefflich, da sie sich mit den Tagestemperaturen des Heuschreckenkörpers gut deckt und da diese hohe Lage die starke Aktivität am Tage unter der Wüstensonne ohne weiteres verständlich macht.

Die folgende Tabelle zeigt die Temperaturspanne, welche erforderlich ist, um 50 resp. 80 % aller Tiere anzusammeln. Es sind dies im Durchschnitt 6—8 resp. 10—16° C. In derselben Tabelle sind die oberen Grenztemperaturen angegeben, auf welche sich Tiere begaben.



Tabelle 18.

Temperaturspanne, innerhalb der sich 50 resp. 80% aller Tiere ansammeln.

		Obere normale Grenztemperatur			
		50%	80%	Oberste Temperaturab- lesung an der sich mindestens 5 Tiere noch ansammelten	Oberste Temperatur- ablesung überhaupt
Alte Imagines März					
1919 . . . . .		8° C	16° C	(43° C)	47° C
Larvenstadium	I. .	6° C	12° C	45° C	50° C
"	" II. .	8° C	15° C	44° C	48° C
"	" III. .	7° C	14° C	46° C	47° C
"	" IV. .	6° C	10° C	50° C	53° C
"	" V. .	8° C	14° C	(17° C)	54° C
Junge Imagines Mai					
1929 . . . . .				52° C	54° C

Infolge geringer Ablesungszahl sind die eingeklammerten Werte etwas zu niedrig. Die Zahlen dieser Kolumne besagen aber für natürliche Verhältnisse im allgemeinen mehr als die letzten. Bei dieser sind die Werte für das erste Stadium infolge der großen Ablesungszahl etwas zu hoch geraten, wie auch ein Vergleich mit Protokoll 2 b und c lehrt. Als Grenzwert für freiwilliges Vorstoßen in die Wärme haben wir 44° C für die alten Imagines und die Hüpfer des 1.—3. Stadiums anzusehen, gegen 50° C für das 4. und 5. Stadium und 32° C für frisch geschlüpfte Imagines. Auch hier stimmen die Werte wieder mit den Angaben unserer Aktivitätsversuche im vorigen Absatz überein.

## G. Über den Gasstoffwechsel der verschiedenen Stadien.

Von F. S. Bodenheimer und K. Reich.

Der Stoffwechsel ist ein wichtiger Indikator für die Intensität von Vorgängen im tierischen Körper, die sonst oft nur schwer meßbar sind. Wir haben aus diesem Grunde auch bei der afrikanischen Wanderheuschrecke solche Untersuchungen begonnen.

### a) Apparatur und Methodik der Untersuchungen.

Nach längeren Vorversuchen mit dem von Jordans empfohlenen einfachen Respirationsapparat, der bei längerer Versuchsdauer ungenügende Resultate ergab, benutzten wir die von v. Buddenbrock empfohlene Apparatur, die Herr von Buddenbrock uns freundlicherweise ausführlich skizzierte.

Diese Apparatur (Abb. 34) besteht aus einem Manometer a, das aus einer 0,5 mm im Durchmesser breiten Kapillare angetertigt ist. Auf seine freien Enden werden zwei kurze Gummischläuche aufgesetzt, die durch den Quetschhahn c abgeschlossen werden. Am unteren Ende des Manometers befindet sich in der Mediane ein kurzes nach vorn oben gerichtetes Glasrohr d mit Hahn e und Trichter f. Durch diesen wird das Manometer ungefähr zur Hälfte mit Petroleum gefüllt. Im oberen Teil des Manometers zweigt (nach hinten) ein kurzes Rohr g ab, das in die Glaskappe h mündet. Innerhalb der Glaskappe setzt das hakenförmig umgebogene Röhrchen i die Kapillare fort. Es dient zum Aufhängen der Versuchsobjekte. Diese Glaskappe wird von unten durch ein gut eingeschliffenes Glasgefäß luftdicht abgeschlossen. Das Gefäß dient zur Aufnahme der Versuchsobjekte und wird in seinem unteren Teil mit Kalilauge k gefüllt. Um ein Herunterfallen und Zerbrechen des Gefäßes zu verhüten, kann man es an der Kappe mit Spiralfedern l oder Gummibändern befestigen. Das Ganze ist auf einem mit Spiegel und Millimeterskala versehenem Gestell montiert. Ein an der Hinterseite des Brettes befindlicher Haken dient zum Aufhängen des Apparates im Warmbad.

In die Apparate wurden 5 ccm einer 2%igen KOH-Lösung gegeben. Darauf wurden die Versuchstiere in dem Apparat aufgehängt. Zu diesem Zweck wurden die kleinen Objekte d. h. Eier, Hüpfer I. und Hüpfer III. Stadium in ein breites Glasröhrchen, das oben und unten durch weitmächtige Gaze verschlossen war, gebracht und freibeweglich aufgehängt.



Tabelle 19.

Versuchsprotokoll über den O<sub>2</sub>-Verbrauch der *Schistocerca*-Larven des V. Stadiums.

Apparat Nr. II Gewicht = 0,976 g				Apparat Nr. III Gewicht = 1,428 g			
Temp. 19–20° C		Temp. 24–25° C		Temp. 19–20° C		Temp. 24–25° C	
Zeit	Manometer	Zeit	Manometer	Zeit	Manometer	Zeit	Manometer
12 <sup>45</sup>	87	10 <sup>15</sup>	86	12 <sup>45</sup>	84	10 <sup>15</sup>	84
1 <sup>00</sup>	89 (+ 2)	10 <sup>30</sup>	90 (+ 4)	1 <sup>00</sup>	89 (+ 5)	10 <sup>30</sup>	92 (+ 8)
1 <sup>15</sup>	93 (+ 4)	10 <sup>45</sup>	95 (+ 5)	1 <sup>15</sup>	96 (+ 7)	10 <sup>45</sup>	102 (+ 10)
1 <sup>30</sup>	96 (+ 3)	11 <sup>00</sup>	98 (+ 3)	1 <sup>30</sup>	101 (+ 5)	11 <sup>00</sup>	108 (+ 6)
1 <sup>45</sup>	99 (+ 3)	11 <sup>15</sup>	102 (+ 4)	1 <sup>45</sup>	107 (+ 6)	11 <sup>15</sup>	118 (+ 10)
2 <sup>00</sup>	102 (+ 3)	11 <sup>30</sup>	106 (+ 4)	2 <sup>00</sup>	113 (+ 6)	11 <sup>30</sup>	127 (+ 9)
2 <sup>15</sup>	105 (+ 3)	11 <sup>45</sup>	110 (+ 4)	2 <sup>15</sup>	118 (+ 5)	11 <sup>45</sup>	137 (+ 10)
2 <sup>30</sup>	110 (+ 5)	12 <sup>00</sup>	116 (+ 6)	2 <sup>30</sup>	128 (+ 10)	12 <sup>00</sup>	149 (+ 12)
2 <sup>45</sup>	112 (+ 2)			2 <sup>45</sup>	132 (+ 4)		
3 <sup>00</sup>	113 (+ 1)			3 <sup>00</sup>	139 (+ 7)		
3 <sup>15</sup>	115 (+ 2)			3 <sup>15</sup>	146 (+ 7)		
				3 <sup>30</sup>	151 (+ 5)		
				3 <sup>45</sup>	157 (+ 6)		
28 mm		30 mm		73 mm		65 mm	
150 Minuten		105 Minuten		180 Minuten		105 Minuten	
11,2 mm pro Stunde		17,1 mm pro Stunde		24,3 mm pro Stunde		37,1 mm pro Stunde	
Umrechnungskoeffizient: 36,6				Umrechnungskoeffizient: 60,0			
0,305 ccm O <sub>2</sub> pro Stunde		0,467 ccm O <sub>2</sub> pro Stunde		0,405 ccm O <sub>2</sub> pro Stunde		0,618 ccm O <sub>2</sub> pro Stunde	

Temperatur. Ein Beispiel solcher Umrechnung sehen wir auf Tabelle 20. Jede der in den folgenden Tabellen angeführten Zahlen stellt also den Durchschnittswert aus mehreren Versuchen dar. Eine Ausnahme wurde nur gemacht, wenn die gewonnenen Zahlen (bei hohen Versuchstemperaturen) zu stark voneinander abwichen.

### b) Die Atmungsintensität der verschiedenen Stadien bei verschiedenen Temperaturen auf Individuen bezogen.

Eier: Die Atmungskurve der Eier verläuft zwischen 15–40° C ganz gleichmäßig flach. Erst über 40° C tritt eine plötzliche Steigerung der Atmungsintensität ein. Sie steigt zwischen 15–40° C von 0,0015 ccm O<sub>2</sub> in der Stunde auf 0,0029. Bei 43,5° C wurde jedoch 0,0062 gemessen, die Steigerung beträgt also mehr als 100% bei 4° C Wärmeerhöhung. Hüpfer I: Steiler ist schon die Atmungskurve der Hüpfer des I. Stadiums, wobei sie von 0,0069 ccm O<sub>2</sub> bei 14,5° C auf 0,0209 bei 34,5° C und 0,0298 bei 43,5° C steigt. Sie bildet zum mindestens bis 35° C eine annähernde Gerade. Darüber hinaus erfolgt eine erhöhte Atmungsinten-

Tabelle 20.

Atmungsintensität der *Schistocerca*-Larven des V. Stadiums.  
Umrechnung der Versuchswerte auf die absolute Einheit.

Temperatur		Ap Nr. I	Ap Nr. II	Ap Nr. III	Einheitsgewicht 1,590 g				bo	bo - e $\frac{bo - e}{760(1 + 0,00367t)}$	Vo
					Ap Nr. I	Ap Nr. II	Ap Nr. III	Durchschnitt			
14,5	Gewicht	—	1,540	1,504							
	O <sub>2</sub> ccm	—	0 131	0,193		0,134	0,202	0,168	696,2	0,587	0,0986
19,5	Gewicht	1,270	0,976	1,428							
	O <sub>2</sub> ccm	0,346	0,305	0,405	0,432	0,493	0,450	0,458	695,7	0,512	0,234
24,5	Gewicht	1,270	0,976	1,478							
	O <sub>2</sub> ccm	0,529	0,467	0,618	0,661	0,724	0,686	0,690	695,7	0,466	0,321
29,5	Gewicht	1,259	1,639	1,633							
	O <sub>2</sub> ccm	1,344	1,738	1,540	1,693	1,685	1,494	1,624	696,7	0,420	0,682
31,5	Gewicht	1,259	1,639	1,633							
	O <sub>2</sub> ccm	1,951	2,150	1,950	2,458	2,086	1,892	2,145	696,7	0,373	0,800
39,5	Gewicht	1,906	0,912	1,819							
	O <sub>2</sub> ccm	2,395	1,967	3,220	1,905	3,411	2,834	—	696,7	0,345	$\left. \begin{matrix} 0,657 \\ 1,177 \\ 0,977 \end{matrix} \right\}$
43,5	Gewicht	1,272	1,268	1,981				(2,585)			
	O <sub>2</sub> ccm	2,132	2,295	3,648	(2,585)	2,869	2,918	2,893	696,7	0,320	$\left. \begin{matrix} 0,924 \end{matrix} \right\}$
	Gewicht	1,945	2,078	1,658				(3,514)			
	O <sub>2</sub> ccm	3,491	4,623	4,180	2,828	(3,514)	2,933	2,883	697,0	0,320	

sität. Mit der fortschreitenden Entwicklung wird die Kurve immer steiler (bei Betrachtung der Tafeln ist darauf zu achten, daß die Kurven in verschiedenem Maßstab gezeichnet wurden). So steigt die Atmungsintensität der Hüpfer III. Stadium von 0,022 bei 14,5° C auf 0,081 bei 34,5° C Messungen über 35° C zeigen manchmal nicht ganz miteinander übereinstimmende Werte (bei 39,5° C 0,117 und 0,132), zeigen aber deutlich, daß auch hier die anfangs ganz gleichmäßig aufsteigende Atmungsintensität um 40° C eine plötzliche Steigerung erfährt. So zeigen auch die Hüpfer im V. Stadium wieder einen steileren Anstieg der Atmungskurve. Auf den steilen Anstieg der Atmungsintensität bei 35° C folgt bei Temperaturen über 40° C ein deutlicher Abfall.

Imagines: Die jungen Imagines zeigen eine mit den Hüpfern V ungefähr parallel verlaufende Kurve, doch ist sie bei den Männchen vie

Tabelle 21.

O<sub>2</sub>-Verbrauch von *Schistocerca* pro Individuum und Stunde gemessen in ccm bei 0° C und 760 mm Luftdruck.

Temperatur ° C	Eier 0,022 g	Larven I 0,0312 g	Larven III 0,120 g	Larven V 1,590 g	♀ jung 2,028 g	♂ jung 1,749 g	♀ alt 2,473 g
14–15	0,0015	0,0069	0,022	0,10	0,38	0,42	0,16
19–20	0,0016	0,0136	0,038	0,23	0,39	0,46	0,20
24–25	0,0019	0,0152	0,047	0,32	0,77	1,22	0,45
29–30	0,0021	0,0151	0,067	0,69	1,01	1,90	0,78
34–35	0,0025	0,0209	0,081	0,80	1,28	2,40	1,17
39–40	0,0029	0,0269	0,117 0,132 0,124	0,66 0,98 0,94 1,18	1,52	1,30	1,56 2,16
					1,87	1,36	
					1,72	1,41	
					2,11	1,58	
43–44	0,0062	0,0298	0,150	0,92	1,51	0,89	2,24 2,1
					1,43	1,23 1,58	

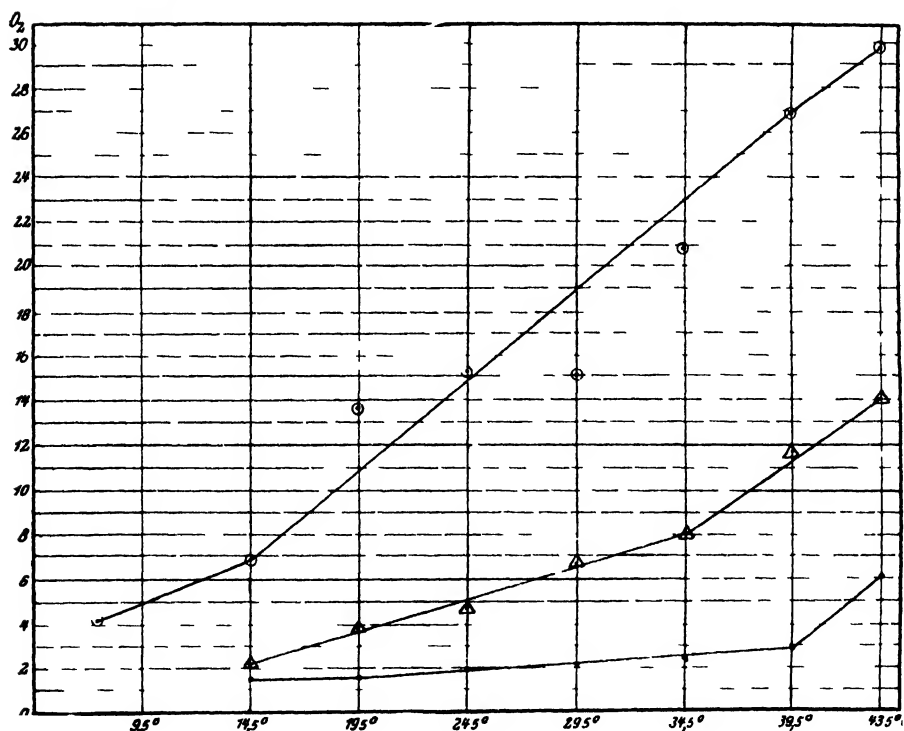


Abb 35 Abhängigkeit der Atmungsintensität von Ei, 1 und 3 Larvenstadium von der Temperatur

● Ei, ○ L I, △ L III Bei Ei und L I ein Teilstrich = 0,001, bei L III = 0,01 ccm O<sub>2</sub>

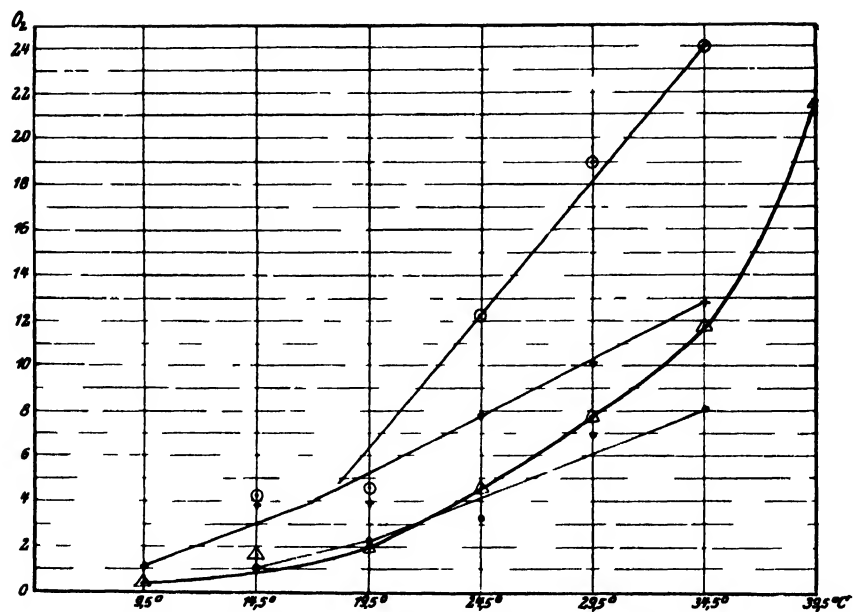


Abb. 36. Abhängigkeit der Atmungsintensität vom Larvenstadium und der Imagines von der Temperatur  
 ● I. V., + ♀ jung, ^ ♀ alt, ⊙ ♂ jung, ⊗ ♂ alt. Ein Teilstrich — 0,1 cem  $O_2$

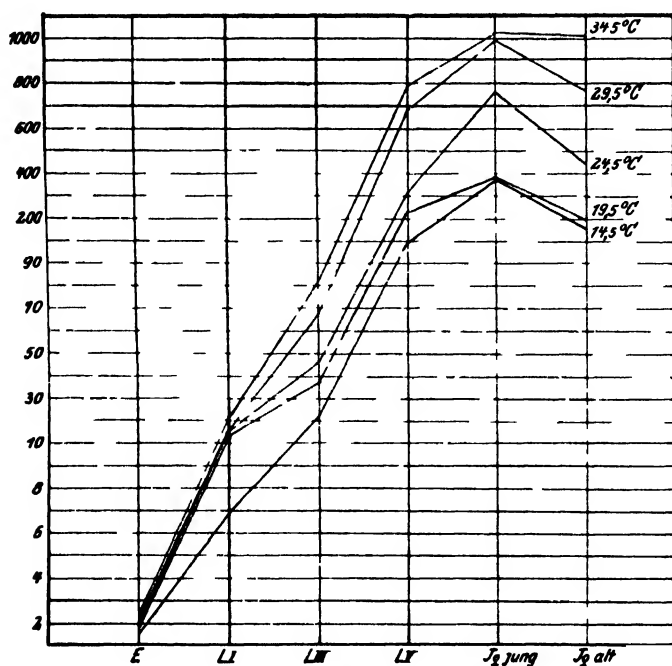


Abb. 37. Vergleich der Atmungsintensität der verschiedenen Stadien bei gleicher Temperatur pro Individuum.

steiler als bei den gleichaltrigen Weibchen und erreicht schon bei 35° C ihr Maximum.

Die alten Weibchen zeigen trotz der Gewichtszunahme im allgemeinen eine kleinere Atmungsintensität als die jungen Tiere. Nur über 40° C ist ihre Atmung stärker als bei den jungen Tieren der gleichen Temperatur.

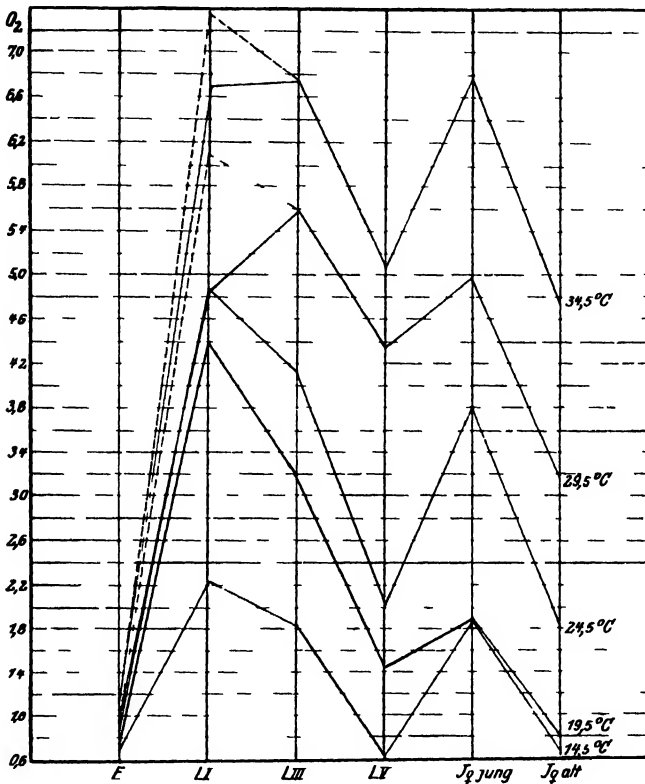


Abb. 38

Vergleich der Atmungsintensität der verschiedenen Stadien bei gleicher Temperatur pro Linheitsgewicht (10 g)

Wir sehen also:

1. Mit der fortschreitenden Entwicklung wird die Atmungskurve (berechnet pro Individuum) immer steiler. Eine Ausnahme bilden die alten Weibchen, deren Werte niedriger als bei jungen Tieren sind.

2. Zwischen 35 und 10° C erfolgt eine plötzliche Steigerung der Atmungsintensität.

3. Hüpfer V und Imagines zeigen bei Temperaturen über 40° C ein Fallen der Kurve. Eine Ausnahme bilden junge Männchen, deren Atmungskurve schon zwischen 35—40° C zu fallen beginnt. Sowohl der Anstieg wie auch das Abfallen der Kurve erfolgt auch innerhalb eines Stadiums nicht bei allen Individuen gleichzeitig, wodurch man manchmal stark von einander abweichende Ablesungswerte erhält.



Tabelle 22.

O<sub>2</sub>-Verbrauch von *Schistocerca* pro 10 g Gewicht und Stunde gemessen in ccm bei 0° C und 760 mm Luftdruck.

Temperatur ° C	Eier	Larven I	Larven III	Larven V	♀ jung	♂ jung	♀ alt
14—15	0,68	2,21	1,83	0,63	1,87	2,40	0,65
19—20	0,73	4,36	3,17	1,44	1,88	2,63	0,81
24—25	0,56	4,87	3,92	2,01	3,80	6,97	1,82
29—30	0,95	4,84	5,58	4,34	4,98	10,86	3,15
34—35	1,14	6,70	6,75	5,06	6,80	13,72	4,73
39—40	1,32	8,62	9,75 11,00	4,15 6,17 7,45	7,49 8,48 9,22 10,40	7,43 7,78 8,23 9,03 12,06	8,91 8,73
43—44	2,82	9,48	12,50	5,79	7,59 7,00	7,29 7,03 9,03	9,06 8,13

Wir erhalten also Kurven, welche im normalen Temperaturbereich annähernd als Gerade verlaufen und Abweichungen bei Temperaturen unter 10—15° sowie über 35° C zeigen. Dies Ergebnis deckt sich völlig mit dem der bekannten Arbeiten von Krogh und v. Buddenbrock. Die theoretische Deutung dieser Kurve dürfte wohl am ehesten als flache logarithmische Kurve analog den Ergebnissen von Krogh zu erfassen sein.

### c) Vergleich der Atmungsintensität pro Individuum und pro Gewichtseinheit.

Als Grundlage dieses Vergleiches dient uns Tabelle 22. Die graphische Darstellung auf der Figur zeigt uns das zu erwartende Resultat:

1. Bei Vergleich der Zunahme des O<sub>2</sub>-Verbrauchs bei gleicher Temperatur in den verschiedenen Stadien ergibt sich für die Individuen eine starke Zunahme von Stadium zu Stadium.

2. Bei Vergleich der Zunahme des O<sub>2</sub>-Verbrauchs bei gleicher Temperatur in den verschiedenen Stadien auf ein Einheitsgewicht (von 10 g) bezogen sich folgendes: Vom 1.—5. Stadium nimmt die Atmungsintensität ständig ab. Dies entspricht dem Oberflächengesetz von Rubner, wonach bei Tieren gleicher Art bei gleicher Temperatur der Stoffwechsel proportional der Körperfläche wächst, auf Gewichtseinheiten bezogen also ständig abnehmen muß. Das Eistadium hat nur einen sehr geringen O<sub>2</sub>-Verbrauch, so daß der Kurvenanstieg zum ersten Stadium nicht als Unregelmäßigkeit zu betrachten ist, zumal der Eistoffwechsel stets besonderen Gesetzen folgt. Ferner weisen die frisch geschlüpften Imagines noch eine stark erhöhte Stoffwechselintensität auf. Hingegen liegt die Stoffwechselintensität der alten Weibchen zur Zeit der Eiablage wieder unter der des fünften Larvenstadiums.

#### d) Lebensdauer ohne Nahrung, Gewichtsverlust und relative Luftfeuchtigkeit.

In den folgenden Zeilen bringen wir einiges statistisches Material zu den in der Überschrift genannten Problemen. Unser Material ist zu dürftig, um allgemeine oder nur deutliche Schlußfolgerungen zu gestatten. Da es sich um Versuche auf Nouland handelt, die hoffentlich in großem Ausmaße bald wiederholt werden können, seien sie als Anregung hier beigebracht.

##### 1. Versuch an frisch geschlüpften Larven.

In der ersten Versuchsreihe wurde leider auf den Einfluß verschiedener Luftfeuchtigkeit noch nicht geachtet. Tabelle 23 zeigt, daß bei der herrschenden Außentemperatur eine durchschnittliche Lebensdauer von 3,75, eine maximale von 9 Tagen im Hungerzustande besteht. Aus Abb. 39 geht hervor, daß die größte Sterblichkeit am 2. und 3. Tage bestand. Die relative Luftfeuchtigkeit der Umgebung schätzen wir auf 80—90%.

Tabelle 23.

Lebensdauer und Gewichtsabnahme an früh geschlüpften Larven von *Schistocerca gregaria* im Hungerversuch.

Versuch I. 10 Tiere, einige Stunden nach dem Schlupfen bei  $\pm 15^{\circ}$  C.

Datum	Gesamtgewicht	Durchschnittsgewicht	Gestorben am	Gewicht pro Tier	Lebensdauer in Tagen	Durchschnittliche Lebensdauer	Gesamter Gewichtsverlust in g	Gesamter Gewichtsverlust in %	Täglicher Gewichtsverlust pro Tier	Täglicher Gewichtsverlust in %
29. III. 29	0,233	0,0023	31. III.	0,020	2	3,4	0,0384	16,45	0,001	4,85
			31. III.	0,020	2					
			31. III.	0,020	2					
			31. III.	0,020	2					
			1. IV.	0,020	3					
			1. IV.	0,020	3					
			2. IV.	0,0195	4					
			3. IV.	0,019	5					
			3. IV.	0,019	5					
			4. IV.	0,016	6					

Versuch II. 10 frisch geschlüpfte Larven bei  $\pm 15^{\circ}$  C.

29. III. 29	0,210	0,02	31. III.	0,02	2	3,8	0,046	22,07	0,001	5,86
			31. III.	0,02	2					
			31. III.	0,021	2					
			1. IV.	0,017	3					
			1. IV.	0,017	3					
			1. IV.	0,017	3					
			1. IV.	0,017	3					
			2. IV.	0,014	4					
			5. IV.	0,016	7					
			7. IV.	0,019	9					

## 2. Versuche am 2., 3. und 5. Larvenstadium.

Über die Verhältnisse bei den späteren Larvenstadien geben die Tabellen 24 und 25 Auskunft.

Tabelle 24.

Gewichtsabnahme und Lebensdauer von Larven des III. Stadiums im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Beginn am 21. IV. 1929.

<sup>0</sup> relativer Luftfeuchtig- keit	Gesamt- gewicht	Durch- schnitts- gewicht	Gestorben am	Gewicht	Lebens- dauer in Tagen	Gesamt- gewichts- verlust	Gesamt- gewichts- verlust in %	Täglicher Ge- wichtsverlust in %
0	0,544	0,109	{ 24. IV. 25. IV. 26. IV. 26. IV. 28. IV.	{ 0,043 0,064 0,038 0,038 0,079	{ 3 4 5 5 7 } 4,8	0,282	51,9	12,6
20	0,762	0,152	{ 22. IV. 22. IV. 22. IV. 23. IV. 23. IV.	{ 0,113 0,113 0,114 0,097 0,097	{ 1 1 1 2 2 } 1,4	0,228	29,9	21,3
40	0,487	0,122	{ 24. IV. 25. IV. 26. IV. 28. IV.	{ 0,102 0,073 0,082 0,051	{ 3 4 5 7 } 4,8	0,180	36,9	7,7
60	0,613	0,122	{ 26. IV. 26. IV. 26. IV. 28. IV. 29. IV.	{ 0,071 0,074 0,075 0,047 0,086	{ 5 5 5 7 8 } 6,0	0,260	42,4	7,0
80	0,571	0,114	{ 25. IV. 25. IV. 25. IV. 26. IV. 28. IV.	{ 0,074 0,074 0,074 0,074 0,091	{ 4 4 4 5 7 } 4,8	0,184	32,3	7,8
100	0,575	0,115	{ 25. IV. 26. IV. 28. IV. 28. IV. 28. IV.	{ 0,109 0,052 0,106 0,106 0,108	{ 4 5 7 7 7 } 6,0	0,094	16,4	2,7

Tabelle 25.

Gewichtsabnahme und Lebensdauer von Larven des V. Stadiums im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Temperatur  $\pm 25^{\circ}$  C. Beginn am 7. V. 1929

% relativer Luftfeuchtigkeit	Gewicht	Gestorben am	Gewicht	Lebensdauer in Tagen	Gewichtsverlust	Gewichtsverlust in %	Durchschnittlicher Gewichtsverlust total	Durchschnittlicher täglicher Gewichtsverlust
0	1,658	8. V.	1,423	1,0	0,235	14,1	15,5	15,5
	1,332	8. V.	1,171		0,161	12,1		
	1,009	8. V.	0,835		0,174	17,2		
	1,378	8. V.	1,110		0,268	19,5		
20	0,670	10. V.	0,583	1,8	0,087	12,9	13,5	7,9
	0,706	8. V.	0,649		0,057	8,0		
	0,721	8. V.	0,581		0,140	19,4		
40	1,074	9. V.	0,907	1,5	0,167	15,5	14,7	9,8
	1,305	8. V.	1,071		0,234	17,8		
	1,071	9. V.	0,907		0,161	15,3		
	0,995	8. V.	0,905		0,090	9,0		
60	0,669	8. V.	0,559	1,5	0,110	16,4	18,5	12,3
	1,214	8. V.	1,037		0,177	14,5		
	1,378	9. V.	1,041		0,335	12,2		
	1,012	9. V.	0,842		0,170	8,4		
80	1,432	9. V.	1,372	2,7	0,160	11,1	11,9	4,4
	1,025	9. V.	0,855		0,170	16,5		
	0,860	11. V.	0,794		0,066	7,6		
100	1,503	13. V.	1,148	3,7	0,355	20,2	19,2	5,2
	1,573	10. V.	1,357		0,211	13,8		
	1,743	9. V.	1,383		0,360	20,6		

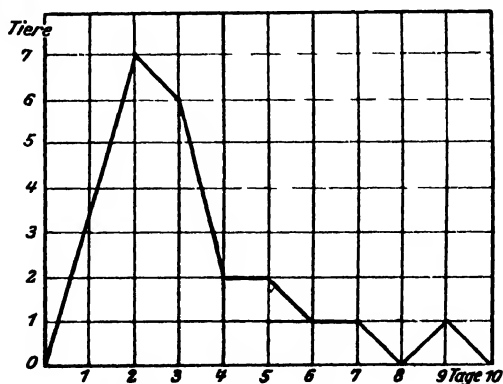


Abb. 39. Mortalität der frisch geschlüpften Larven im Hungerversuch.

3. Versuche mit Tieren zur Zeit der 2. Eiablage (März 1929).  
Ganz andere Resultate ergeben alte Imagines.

Tabelle 26.

Gewichtsabnahme und Lebensdauer von Imagines zurzeit der 2. Eiablage im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Temperatur  $\pm 15^{\circ}\text{C}$  Beginn am 28. III. 1929.

$\%$ relativer Luftfeuchtigkeit	Geschlecht	Gewicht	Gestorben am	Gewicht	Lebensdauer in Tagen	Gewichtsverlust	Gewichtsverlust in $\%$	Durchschnittlicher Verlust in $\%$	Durchschnittlicher täglicher Verlust in $\%$
0	♂	1,166	30. III.	1,142	2	0,324	22,7	22,4	11,2
	♀	1,920	30. III.	1,393	2	0,527	27,4		
	♂	2,616	30. III.	2,106	2	0,451	17,0		
	♀	2,310	30. III.	1,783	2	0,527	22,7		
20	♂	1,668	31. III.	1,204	3	0,464	27,2	22,9	7,9
	♀	1,542	31. III.	1,103	3	0,439	28,4		
	♂	2,843	31. III.	2,250	3	0,593	20,8		
	♀	3,017	31. III.	2,489	3	0,528	17,7		
40	♂	1,465	31. III.	1,162	3	0,303	20,7	16,9	5,6
	♀	1,402	31. III.	1,130	3	0,272	19,2		
	♂	3,019	31. III.	2,644	3	0,375	12,4		
	♀	2,507	31. III.	2,121	3	0,386	15,4		
60	♂	1,531	31. III.	1,269	3	0,262	17,3	15,0	4,0
	♀	1,698	31. III.	1,566	3	0,132	8,9		
	♂	3,122	3. IV.	2,497	6	0,625	20,0		
	♀	2,681	31. III.	2,293	3	0,388	14,4		
80	♂	1,951	31. III.	1,746	3	0,235	12,0	9,9	3,3
	♀	1,521	31. III.	1,331	3	0,190	12,5		
	♂	2,566	31. III.	2,364	3	0,202	7,8		
	♀	1,968	31. III.	1,818	3	0,149	7,5		
100	♂	1,454	5. IV.	1,387	8	0,047	3,2	5,7	0,8
	♀	1,982	5. IV.	1,708	8	0,174	8,7		
	♂	2,357	4. IV.	2,123	7	0,234	9,9		
	♀	2,769	1. IV.	2,728	4	0,031	1,1		

#### 4. Ergebnisse.

Zunächst belehrt uns Abb. 40, daß der tägliche Gewichtsverlust nicht kontinuierlich ist. Auch bei den in luftgesättigter Atmosphäre lebenden Tieren ist die Gewichtsabnahme am ersten Tage sehr stark, um dann beträchtlich herabzusinken.

Tabellen 27—29 zeigen, daß beim 2. und 3. Larvenstadium der stärkste Gewichtsverlust bei 0 % und bei 60 % relativer Luftfeuchtigkeit eintritt, der geringste bei 20 % und bei 100 %. Es ist natürlich völlig

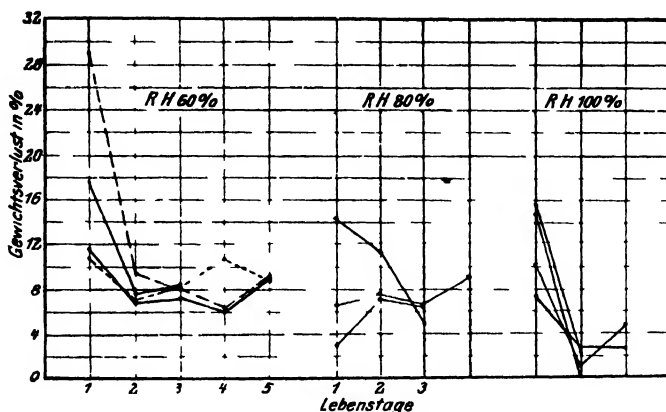


Abb 10

Tägliche Gewichtsabnahme von Larven des 5. Stadiums im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

klar, daß es sich bei der Gewichtsabnahme unter 20 % und 100 % um völlig verschiedene physiologische Prozesse handelt, deren Analyse uns das bisher vorliegende Material nicht gestattet.

Tabelle 27.

Gesamtgewichtsverlust der einzelnen Stadien im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Relative Luftfeuchtigkeit	Larve II	Larve III	Alte Imagines
0 %	18,5	51,9	22,4
20 %	17,0	29,9	22,9
40 %	23,6	36,9	16,9
60 %	42,1	42,4	15,0
80 %	28,4	32,3	9,9
100 %	5,2	16,4	5,7

Tabelle 28.

Täglicher Gewichtsverlust der Stadien in Prozenten im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit.

Relative Luftfeuchtigkeit	Larve II	Larve III	Larve V	Alte Imagines	Durchschnittl. Gewichtsverlust in %
0 %	11,0	12,6	15,5	11,2	12,8
20 %	17,0	21,3	13,5	7,9	14,9
40 %	7,8	6,4	14,7	5,6	8,6
60 %	12,4	7,0	11,3	4,0	8,7
80 %	18,9	7,8	6,2	3,3	9,0
100 %	1,5	3,1	5,7	0,8	2,8

Tabelle 29.

Lebensdauer der einzelnen Stadien im Hungerversuch bei verschiedener Luftfeuchtigkeit

(Zusammenfassung aller Versuche)

Relative Luftfeuchtigkeit	Larve II	Larve III	Larve V	Alte Imagines	Durchschnittl. Lebensdauer in Tagen
0 %	4,4	4,1	1,0	2,0	2,9
20 %	1,0	2,7	1,8	3,0	2,1
40 %	3,0	5,3	1,5	3,0	3,2
60 %	3,4	5,5	3,0	4,8	3,9
80 %	1,5	6,1	2,5	3,0	3,4
100 %	3,5	4,7	3,0	5,8	4,5

Die Lebensdauer ist in Tabelle 29 und Abb. 39 zusammengestellt. Es geht daraus deutlich hervor, daß bei hungernden Tieren die Lebensdauer in feuchter Umgebung zunimmt. Ebenso deutlich ist diese Er-

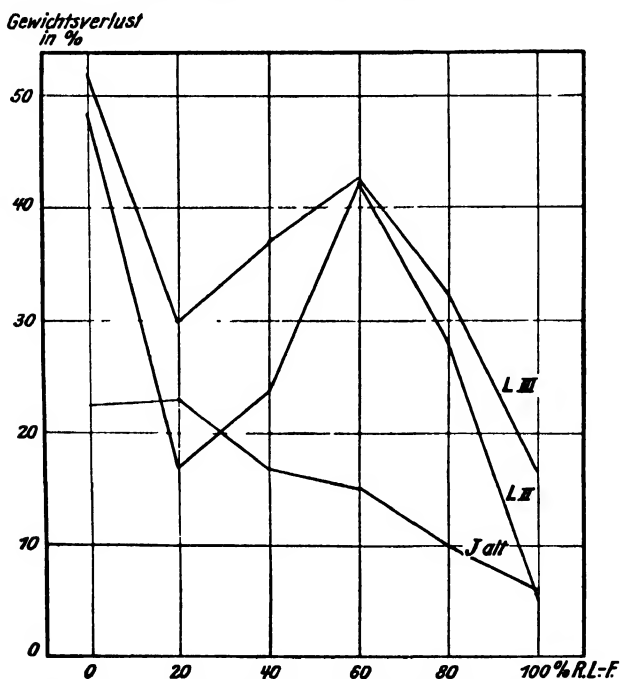


Abb. 41. Gesamtgewichtsabnahme verschiedener Stadien bei verschiedener Luftfeuchtigkeit bis zum Tode.

scheinung bei Abb. 42, in der die Lebensdauer in % der Lebensdauer bei 100 % iger Luftfeuchtigkeit dargestellt ist.

Alle Ergebnisse beziehen sich nur auf hungernde Tiere, können daher keineswegs auf natürliche Verhältnisse angewandt werden, umso weniger

in der Wüste und Vorwüste große tägliche Schwankungen in der Luftfeuchtigkeit stattfinden. Immerhin ist festzuhalten, daß im Hunger die

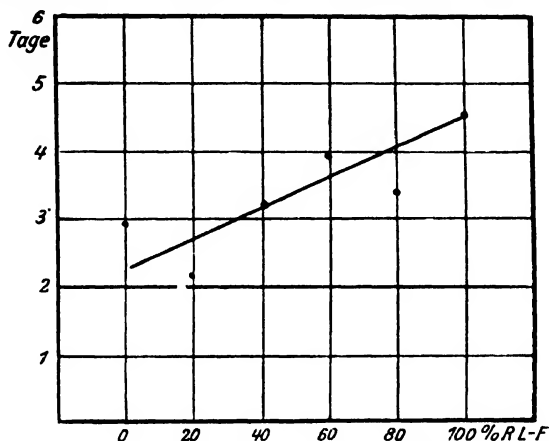


Abb. 12. Durchschnittliche Lebensdauer bei verschiedener Luftfeuchtigkeit im Hungerversuch.

längste Lebensdauer und geringste Gewichtsabnahme in feuchter Umgebung stattfindet und daß im Hungerstoffwechsel wenigstens eine extrem aride Umgebung ausgesprochen ungünstig ist.



## H. Zur Biologie und Bionomie von *Schistocerca gregaria*.

Von F. S. Bodenheimer.

### a) Über die Larvenstadien.

Uvarov (1928 S. 250) beklagt das Fehlen guter Beschreibungen von *Schistocerca gregaria*. Dem kann ich nicht beistimmen. Die farbigen Abbildungen und Beschreibungen von Künckel d'Herculaïs, Vosseler und Gough in ihren bereits zitierten Arbeiten sind gut und ausreichend. Gänzlich irreführend sind nur die von Uvarov (Taf. IX, Abb. 1—5) abgebildeten Farbenskizzen.<sup>1)</sup> Vielleicht handelt es sich dabei um einen Fehldruck; anderenfalls kann nur angenommen werden, daß es sich nicht um Larven der echten Wanderphase handelt, sondern um Tiere, welche einen Übergang von der Wander- zur Einzelphase darstellen. Unsere Larven aus beiden Jahren stimmen in der Zeichnung völlig mit den Beschreibungen der oben erwähnten Autoren überein. Der Irrtum Uvarovs veranlaßt mich, hier nochmals die Larven kurz nach der Natur zu beschreiben. Die Maße stammen alle aus Naturfängen des Frühjahrs 1929.

1. Stadium: Schwarz. Kopf ganz schwarz mit feiner schmutziggelber Medianlinie, die sich auf Brust und Rücken fortsetzt. Nur Mundanhänge teilweise schmutzig gelb. Pro-, Meso- und Metapleurum mit schmutzig gelber Bindenzeichnung, die sich auf dem Abdomen in der vorderen Hälfte fortsetzt. Die Unterseite heller. An den Seiten und in der Mittellinie schmutzig gelb. Zu beiden Seiten der Mittellinie schmutzig grau gefärbt. Antennen schwarz, Augen braun.

Hinterfemur schwarz. An der unteren Kante sowie dicht über dem Ende schmutzig gelbe Binde (innen und außen). Hintertibie schwarz, an der inneren Kante schmutzig gelb, Dorn schwarz, Tarsen schwarz, Unterseite schmutzig gelb. Hintercoxen vorwiegend gelblich.

#### Messungen des 1. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge . . . . .	9,4	10,0	7,5
Antennenlänge . . . . .	3,4	4,0	3,0
Zahl der Antennenglieder	12—13		
Kopfhöhe . . . . .	3,5		
Kopfbreite . . . . .	2,0	2,5	1,5
Prothoraxlänge . . . . .	2,0	2,0	1,5
Hinterfemurlänge . . . . .	5,0	5,5	4,0
Hintertibienlänge . . . . .	4,9	5,5	4,5
Elytrenlänge . . . . .	—	—	—
Flügelänge . . . . .	—	—	—

<sup>1)</sup> Bei der Bedeutung des Buches von Uvarov konnte dieser Hinweis nicht unterlassen werden.

2. Stadium: Grundfarbe Schwarz. Kopf zwischen Antennen und Antennenbasis blaßrosa. Zeichnung derselben Farbe am Hinterrand des Kopfes. Antennenglieder am distalen Ende mit schmaler blaßrosa Binde. Der mediane Längskiel auf Kopf und Brust ganz vorwiegend schwarz; am Hinterbrustende kurze blaßrosa Striche, denen auf dem Abdomen Punkte ebensolcher Farbe folgen. An der Abdomenseite starke gelbliche Tüpfelung. Unterseite wie zuvor. Zeichnung auf den Pleuren verstärkt sonst wie 1. Stadium.

Hinterfemur auf Außen- und Innenseite schwarz, aber fast ganz von einer breiten blaßrosa Binde umgeben, die nur am oberen Rande nicht ganz umschließt. Hinterende schwarz. Hintertibien blaßrosa mit breiter schwarzer Binde am distalen und proximalen Ende. Dornen schwarz. Tarsen oben schwarz, unten gelblich. Hintercoxen blaßrosa.

Messungen des 2. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge . . . . .	14,6	18,0	10,0
Antennenlänge . . . . .	5,6	6,0	3,5
Zahl der Antennenglieder	16—17		
Kopfhöhe . . . . .	4,8	5,5	4,0
Kopfbreite . . . . .	3,1	4,5	3,0
Prothoraxlänge . . . . .	3,2	4,0	3,0
Hinterfemurlänge . . . . .	6,9	8,0	5,0
Hintertibienlänge . . . . .	6,8	8,0	5,5
Elytrenlänge . . . . .	0,5	—	—
Flügelänge . . . . .	0,4	—	—

3. Stadium: Ähnlich 2. Stadium, nur akzentuierter, über die gelbe Tupfung gerieft, auch auf dem Thorax über Unterseite schwarz, am Abdomen mit einer gelben medianen und zwei weißlichen lateralen schmalen Binden. Elytren und Flügel-Rudimente kurz, schwarz.

Messungen des 3. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge . . . . .	16,2	19,5	14,0
Antennenlänge . . . . .	5,9	6,5	4,5
Zahl der Antennenglieder	19—20		
Kopfhöhe . . . . .	5,5	6,0	5,0
Kopfbreite . . . . .	3,9	4,5	3,5
Prothoraxlänge . . . . .	4,3	5,0	3,5
Hinterfemurlänge . . . . .	8,5	9,5	7,5
Hintertibienlänge . . . . .	8,7	10,0	8,0
Elytrenlänge . . . . .	1,8	—	—
Flügelänge . . . . .	1,6	—	—

4. Stadium: Ähnet sehr dem vorhergehenden. Die zitronengelbe Färbung überwiegt stark die blaßrosa, die in ein rosabraun übergeht. Besonders auf Thorax und Abdomen verstärkt sich die gelbe Tüpfung. Hintercoxen, Femura und Tibien gelb statt rosa, sonst unverändert. Die vorderen Tarsen gelblich, die hintere Hälfte des letzten Tarsus schwarz. Unterseite vorwiegend gelblich, mit schwarzen Tüpfen. An Längsbinden sind vorhanden: 1 schwarze mediane Längsbinde am Rücken. Eine schmale schwarze Binde, an die sich nach unten eine schmale weiße Binde anschließt.

Auf der Unterseite median von der weißen eine schmale graue Längsbinde, an die sich eine breite gelbe, schwarz getüpfte Zone anschließt. In der Mitte eine schmale reingelbe Längsbinde.

Elytren und Flügel gelb mit schwarzer Streifung auf den Adern; erstere reichen bis zum Hinterrand des Metanotums, letzter mehr oder weniger bis zum Hinterrand des ersten Abdomensegments.

#### Messungen des 4. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge . . . . .	27,9	35,2	24,5
Antennenlänge . . . . .	8,7	9,5	7,5
Zahl der Antennenglieder	21—22		
Kopfhöhe . . . . .	7,9	8,0	7,5
Kopfbreite . . . . .	5,5	6,0	5,0
Prothoraxlänge . . . . .	7,3	8,0	6,5
Hinterfemurlänge . . . . .	13,0	14,5	11,5
Hintertibienlänge . . . . .	13,0	14,0	11,5
Elytrenlänge . . . . .	6,2	7,5	5,0
Flügelänge . . . . .	5,9	6,5	5,0

5. Stadium: Dem 4. Stadium abgesehen von der Größe, fast gleich. Das Pronotum wird einheitlicher, da die blasse Streifung zurücktritt. Die Elytren erreichen das Ende des 2., die Flügel des 3. Abdominalsegmentes. Die Geschlechtsanhänge sind deutlich ausgebildet und gestatten eine Scheidung der Geschlechter.

#### Messungen des 5. Larvenstadiums in mm.

	Durchschnitt	Maximum	Minimum
Körperlänge . . . . .	41,4	47,0	34,0
Antennenlänge . . . . .	12,0	15,5	11,0
Zahl der Antennenglieder	23—24		
Kopfhöhe . . . . .	10,0	11,0	9,0
Kopfbreite . . . . .	7,0	7,5	6,5
Prothoraxlänge . . . . .	10,2	11,0	9,0
Hinterfemurlänge . . . . .	18,9	20,5	16,5
Hintertibienlänge . . . . .	18,6	20,5	16,5
Elytrenlänge . . . . .	16,1	18,0	14,0
Flügelänge . . . . .	14,2	15,5	11,5

## Durchschnittsmaße der Elterntiere in mm.

	♂	♀
Körperlänge . . . . .	51,0	51,4
Antennenlänge . . . . .	14,0	16,0
Zahl der Antennenglieder	24	24
Kopfhöhe . . . . .	10,8	11,0
Kopfbreite . . . . .	7,8	8,2
Prothoraxlänge . . . . .	10,0	10,2
Hinterfemurlänge . . . . .	23,1	15,5
Hintertibienlänge . . . . .	22,3	24,3
Elytrenlänge . . . . .	55,4	
Flügelänge . . . . .	53,0	

## b) Einiges über das Wachstum.

Inbezug auf das Längenwachstum der afrikanischen Wanderheuschrecke habe ich bereits früher gezeigt,<sup>1)</sup> daß es wie bei allen Orthopteren einer gewissen Regelmäßigkeit unterliegt; die Längenprogression beträgt im allgemeinen pro Stadium 1,26, d. h. es tritt eine Verlängerung von  $\frac{1}{4}$  ein. Diesmal sei dem Gewichtswachstum einige Aufmerksamkeit geschenkt. Wir hatten in der eben erwähnten Arbeit bereits darauf hingewiesen, daß 1,26 der 3. Wurzel aus 2 entspricht. Gewicht oder Volumen bedeutet aber die 3 Potenz der Längeneinheit. Unsere Wägungen ergaben:

(Siehe Tabelle 30 auf S. 520.)

Wir finden also eine weitere Bestätigung der Ansicht, daß eine Häutung bei Orthopteren bei einer Gewichtsverdoppelung eintritt. Nur im 4 und 5. Larvenstadium ist eine gewisse Unregelmäßigkeit entstanden, welche infolge der Einschlebung eines latenten Teilungsschrittes d. h. Häutung erst nach zweimaliger Verdoppelung des Gewichts entsteht. Von besonderem Interesse ist aber eine Erscheinung, welche wir bereits von Mantiden und Dixippus kennen, daß eine Eiablage, resp. Geschlechtsreife der weiblichen Tiere erst nach einer weiteren Verdoppelung des Gewichts eintritt. Die Präovipositionsperiode entspricht also einem weiteren Entwicklungsstadium.

Eine weitere Bestätigung ergaben Zuchten aus dem Jahre 1928 (Mitte Mai bis Anfang Juli) in Tel Aviv. Die Gewichte betrugen in g:

	I	II	III	IV	V	Imago jung	Imago alt
empirisch	0,011	0,042	0,086	0,086	0,632	1,287	2,437
errechnet	0,010	0,038	0,076	0,152	0,304	0,609	1,278

Die Hüpfer stammten aus Jericho. Es ist heute nicht mehr genau festzustellen, ob die Wägungen des ersten Stadiums sich auf frisch geschlüpfte oder von Jericho transportierte Hungertiere handelt.

<sup>1)</sup> F. S. Bodenheimer, Über Regelmäßigkeiten in dem Wachstum von Insekten. Deutsche Entom. Zeitschr. 1927, S. 33—57.

Tabelle 30.  
Tabellen zum Gewichtswachstum.

Stadium	Gewicht in g	Durchschnitts- gewicht in g	Theoretisch berechnetes Gewicht in g	Abweichung in ‰
1. Stadium . . . . (frisch geschlüpft, unausgefärbt)	0,0214 0,0246 0,0230 0,0240 0,0228	0,0232	0,0232	0,0
2. Stadium . . . .	0,0469 0,0492 0,0463 0,0179 0,0502	0,0481	0,0464	3,5
3. Stadium . . . .	0,0943 0,0965 0,2007 0,0902 0,0948	0,0953	0,0928	2,6
4. Stadium . . . .	0,2765 0,2590 0,2360 0,2185 0,1900 0,2675 0,1705	0,2311	0,1856     0,3712	
5. Stadium . . . . (ganz kleines Tier)	0,7620 0,4320 0,5340 0,4940 0,4190	0,5280		
♀ frisch geschlüpft Mai 1929	1,038 1,995 1,813 1,454 1,101	1,4860	0,7424  1,4848	0,08
♀ reif zur Eiablage März 1929	2,811 2,635 2,878 3,115 2,973	2,8820	2,9596	2,9

Eine andere Gewichtsentwicklungsreihe, die denselben Jerichoer Population entstammt und die ich leider hier nicht wiedergeben kann, zeigt den latenten Teilungsschritt zwischen dem 1. und 2. Stadium bereits, wodurch die übrige Reihe die gute Verwirklichung der Verdoppelung sehr klar zeigt.

Die absoluten Maße sowohl der Längen- wie Gewichtseinheiten wechseln je nach den äußeren Bedingungen stark. Gewichte und Maße verschiedener Zuchten in Palästina sowie Vergleiche mit Maßen aus anderen Ländern (z. B. Ägypten) zeigen das deutlich.

### c) Zur Gewichtsstatistik und Variabilität.

Titschack hat in seiner grundlegenden Arbeit über die Kleidermotte<sup>1)</sup> meines Wissens zuerst darauf hingewiesen, daß die verschiedene Aktivitätsbereitschaft der beiden Geschlechter eines Insekts großenteils auf den Gewichtsunterschied beider zurückzuführen sei, bei der das Weibchen in der Relation  $\frac{\text{Flugfläche}}{\text{Körpergewicht}}$  schlechter abschnidet als das Männchen. Die entsprechenden Verhältnisse für *Schistocerca gregaria* gehen aus den Tabellen 31 und 32 hervor.

Tabelle 31.

Gewichte von *Schistocerca gregaria*-Imagines vor der Eiablage  
(März 1929, Djuni)

	Gewicht			Oberfläche der		Flugfläche Körpergewicht	Gewicht Hinterbeine Körpergewicht
	des Körpers in g	der Hinter- beine in g	der Ovarien in g	Elytren in qcm	Flügel in qcm		
♀ 1	2,811	0,342	0,195	13,518	25,771	13,6	0,122
2	2,635	0,282	0,218 (50)	12,554	25,273	13,9	0,107
3	2,878	0,302	0,378 (44)	12,448	23,107	12,6	0,139
4	3,115	0,354	0,541	13,837	25,363	12,5	0,113
5	2,973	0,397	0,461 (60)	11,748	24,818	12,3	0,133
	2,882	0,335	—	37,287		13,0	0,123
♂ 1	1,046	0,130	—	8,682	16,160	23,7	0,125
2	1,908	0,248	—	9,957	19,761	15,1	0,130
3	1,695	0,327	—	10,425	18,750	17,2	0,193
4	1,597	0,252	—	9,647	20,461	18,8	0,158
5	1,618	0,294	—	10,970	20,519	19,4	0,182
	1,573	0,250	—	29,066		18,9	0,157
♀	183	134	—	128		68	78
♂	100	100	—	100		100	100

<sup>1)</sup> Titschack, Zeitschr. f. techn. Biologie. 1922.

Tabelle 32.

Gewichte von *Schistocerca gregaria*-Imagines nach dem Schlüpfen  
(Mai 1929, Jerusalem).

	Gewicht		Oberfläche der		Flugfläche Körpergewicht	Gewicht Hinterbeine Körpergewicht
	des Körpers in g	der Hinter- beine in g	Elytren in qcm	Flugel in qcm		
♀ 1	1,038	0,184	12,284	23,240	34,2	0,177
2	1,995	0,282	13,413	24,502	19,0	0,141
3	1,843	0,257	12,151	22,111	18,6	0,139
4	1,451	0,187	12,550	20,451	22,0	0,128
5	1,101	0,158	12,085	22,612	31,5	0,143
	1,486	0,214	35,085		25,1	0,146
♂ 1	1,115	0,180	9,562	19,295	25,8	0,161
2	0,795	0,125	9,495	18,194	34,7	0,157
3	0,274	0,196	9,827	18,127	21,9	0,154
4	0,182	0,168	9,230	19,455	24,2	0,142
5	0,382	0,267	10,292	20,252	22,1	0,193
	1,149	0,186	28,746		25,7	0,161
♀	121	115	122		97	91
♂	100	100	100		100	100

Während also zur Zeit des Schlüpfens der jungen Imagines das Verhältnis  $\frac{\text{Flugfläche}}{\text{Körpergewicht}}$  bei ♀:♂ = 97,6:100 beträgt, also ungefähr gleich ist, verschiebt es sich zur Eiablagezeit beträchtlich und wird 68,2:100, d. h. auf 1 qcm Flugfläche des ♀ kommt ein erheblich höheres Körpergewicht (ca.  $\frac{1}{8}$ ) als beim ♂.

Für das Springvermögen haben wir die Beziehung  $\frac{\text{Gewicht der Hinterbeine}}{\text{Körpergewicht}}$  heranzuziehen. Hier sind die Unterschiede zwischen alten und jungen Imagines nicht mehr so beträchtlich, indem die Relation 99,7:100 sich auf 78,3:100 verschiebt. Während die Flugfläche unverändert bleibt, nimmt der Umfang der Springmuskulatur des Hinterschenkels mit dem gesamten Körpergewicht noch zu.

Wir sehen also, daß mit der zunehmenden Geschlechtsreife das Weibchen lokomotorisch deutlich hinter dem Männchen benachteiligt ist. Vielleicht führt gerade diese wachsende lokomotorische Erschwerung beim Weibchen mit das Ende der großen Frühjahrswanderung herbei.

Wie Tabelle 33 zeigt, unterliegt die Beziehung  $\frac{\text{Körpergewicht}}{\text{Gewicht der Hinterbeine}}$  denselben Schwankungsgrenzen wie zwischen alten und jungen Imagines (6,3—8,8). Die Wägungen bei frisch geschlüpften Tieren sind relativ

Tabelle 33.

## Verhältnis des Gewichts der Hinterbeine zum Körpergewicht.

Stadium	Körpergewicht	Gewicht der Hinterbeine	Körpergewicht	Durchschnitt
			Gewicht der Hinterbeine	
1.	0,024	0,0030	8,00	7,63
	0,018	0,0025	7,20	
	0,022	0,0028	7,68	
2.	0,077	0,009	8,55	6,92
	0,058	0,009	6,44	
	0,052	0,008	5,77	
3	0,123	0,015	8,20	8,01
	0,144	0,014	8,14	
	0,109	0,014	7,78	
4.	0,236	0,029	8,14	7,81
	0,225	0,026	8,65	
	0,217	0,026	8,34	
	0,178	0,022	8,10	
	0,277	0,023	12,04	
	0,259	0,035	7,40	
	0,236	0,036	6,55	
	0,219	0,031	7,06	
	0,190	0,028	6,78	
	0,268	0,039	6,89	
,	0,171	0,027	6,33	7,17
	1,773	0,225 <sup>1)</sup>	7,88	
	0,762	0,145 <sup>2)</sup>	5,25	
	0,432	0,053	8,16	
	0,419	0,060	7,00	
	0,534	0,070	7,63	
♂ frisch geschlüpft (Durchschnitt 5)	0,494	0,071	7,97	
♂ frisch geschlüpft (Durchschnitt 5)	1,149	0,186		6,3
♀ frisch geschlüpft (Durchschnitt 5)	1,486	0,214		6,9
♂ zur Zeit der 2. Eiablage (Durchschnitt 5)	1 573	0,250		6,5
♀ zur Zeit der 2. Eiablage (Durchschnitt 5)	2,882	0,335		8,7
				7,35

<sup>1)</sup> Vor Häutung zur Imago.<sup>2)</sup> Frisch geschlüpft.



nichtssagend, da erst nach der Häutung das starke Muskelwachstum der Hinterschenkel einsetzt, die sofort nach derselben noch ganz leer und unausgefüllt sind.

Bereits im vorigen Absatz haben wir kurz auf die Verschiedenheit in den Maßen der Zuchten aus verschiedenen Ländern hingewiesen. Es

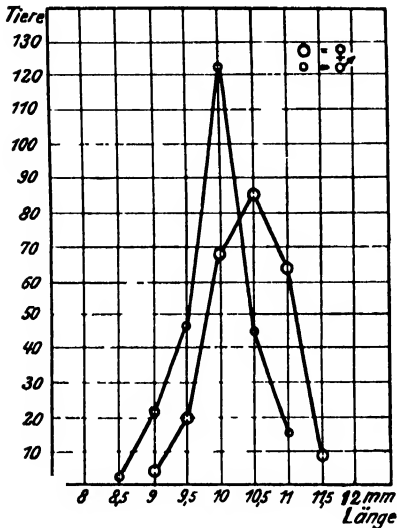


Abb. 43.

Variabilität der Prothoraxlänge der Männchen und Weibchen des eiablegenden Schwarmes.

● ♂, ○ ♀

dürfte zweckmäßig sein, in möglichst vielen Ländern und möglichst an den Eltern und der unter verschiedenen Bedingungen erzogenen Nachkommenschaft variationsstatistisches Material zu sammeln, das wahrscheinlich im Laufe der Zeit zu einer weitgehenden Analyse der Milieueinflüsse im Verbreitungsgebiet führen dürfte. Als Beispiel solchen Materials sei hier die Längenvariation einiger Körperteile der Muttergeneration im März 1929 angeführt.

(Siehe nebenstehende Tabelle 34)

#### d) Entwicklungsdauer und Diapause.

Über die Entwicklungsdauer im Eistadium besitzen wir keine vollgültigen Angaben aus diesem Jahre. Die Dauer des Eistadiums hängt fraglos in erster Reihe von der Außenwärme ab. Gegen den 17. Februar

soll die Eiablage in den transjordanischen Bergen begonnen haben; am 24. März, bei unserem ersten Besuche, hatte das Schlüpfen der Larven vor wenigen Tagen begonnen. Wir können also etwas über 30 Tage als Entwicklungsdauer annehmen. Im Vorjahre hatten die Anfang Mai bei Jericho gelegten Eier nur gegen 14 Tage zu ihrer Entwicklung bedurft.

Angaben aus der Literatur:

In Ostafrika nach Vosseler . . . . .	16—18 Tage
in Ägypten März/April 1915 nach Gough . . . . .	16—30 Tage
in Palästina März 1915 nach Bücher . . . . .	4 Wochen
in Indien . . . . .	6—7 Wochen.

Solange nicht an typischen Eiablageplätzen der Temperaturverlauf von der Eiablagezeit bis zum Schlüpfen der Larven genau bekannt ist, ist es unmöglich, über den effektiven Temperaturbedarf der Eier etwas auszusagen. Wir wissen nur (siehe S 442), daß bei konstanten Temperaturen unterhalb 20° C und oberhalb 40° C keine Entwicklung mehr stattfindet.

Tabelle 34.

Körpermaße der Muttergeneration von *Schistocerca gregaria*.  
(Djuni, März 1929.)

Körperlänge (n ♂ = 250, ♀ = 250)																																					
mm:	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60																	
♂	—	—	—	—	3	5	6	10	19	27	41	36	48	34	14	4	3	—	—	1																	
♀	1	—	1	3	1	7	14	15	24	22	28	29	26	20	22	25	5	5	3																		
Kopfhöhe (n ♂ = 250, ♀ = 250)																																					
mm:	8,0		8,5		9,0		9,5		10,0		10,5		11,0		11,5		12,0		12,5		13,0																
♂	—		—		2		5		59		94		86		4		—		—		—																
♀	—		—		—		1		18		52		113		54		11		1		—																
Kopfbreite (n ♂ = 250, ♀ = 250)																																					
mm:	6,0			6,5		7,0		7,5		8,0		8,5		9,0				9,5		10,0																	
♂	—			2		12		68		133		31		2				2		—																	
♀	—			—		6		43		127		72		2				—		—																	
Prothoraxlänge (n ♂ = 250, ♀ = 250)																																					
mm:	8,0			8,5		9,0		9,5		10,0		10,5		11,0				11,5		12,0																	
♂	—			2		21		46		122		44		15				—		—																	
♀	—			—		4		20		68		85		64				9		—																	
Hinterfemurlänge (n ♂ = 250, ♀ = 250)																																					
mm:	19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31												
♂	—		—		6		20		66		85		59		13		1		—		—		—		—												
♀	—		—		—		5		23		34		57		73		52		7		—		1		—												
Hintertibienlänge (n ♂ = 250, ♀ = 250)																																					
mm:	18			19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29													
♂	—			1		12		42		105		61		29		2		—		—		—		—													
♀	—			—		1		3		37		55		92		51		13		2		—		—													
Elytrenlänge (n ♂ = 126, ♀ = 108)																																					
mm:	48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66
♂	—		1		1		3		11		19		26		20		2		12		9		4		—		—		—		—		—		—		
♀	—		—		—		1		2		1		4		4		10		8		10		17		16		14		15		4		2		—		
Flügelänge (n ♂ = 125, ♀ = 108)																																					
mm:	45		46		47		48		49		50		51		52		53		54		55		56		57		58		59		60		61		62		63
♂	1		1		3		10		12		28		20		22		13		13		1		—		—		1		—		—		—		—		
♀	—		—		1		1		3		3		2		9		13		11		13		23		15		10		4		—		—		—		

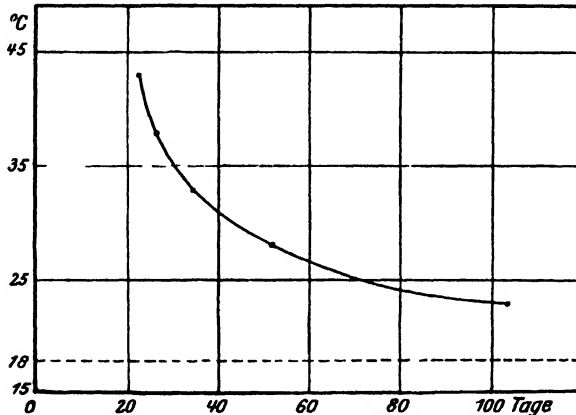
Wie bei der Ei- hängt auch bei der Larvenentwicklung die Dauer hauptsächlich von der Temperatur ab. Während aber die Eitemperatur derjenigen der umgebenden Bodenschicht mehr oder weniger gleichzusetzen ist, wissen wir aus unseren Untersuchungen über die Körpertemperatur, daß dieselbe bei den Larven von der Außentemperatur während des Tages stark unterschieden ist. Wir verstehen deshalb, daß die Entwicklungsdauer in den verschiedenen Ländern nicht so sehr untereinander abweicht wie die der Eientwicklung.

Tabelle 35.

Entwicklungsdauer der *Schistocerca*-Larven in verschiedenen Ländern.

Land	Tage Larvendauer	Autor
Ostafrika, Steppe . .	50	Vosseler
Ostafrika, Gebirge . .	60—70	Vosseler
Sudan . . . . .	10—50	King
Algier . . . . .	44—53	Lallement
Marokko . . . . .	10	Regierung
Ägypten 1915 . . .	41	Gough
Palästina 1915 . . .	6—8 Wochen	Bücher
Palästina 1929 . . .	42 Tage	Bodenheimer

Das Schlüpfen der Hüpfer aus den Eiern begann am 22. März. Das Schlüpfen der Imagines in größerer Anzahl begann am 3. Mai. Das

Abb. 44. Hypothetische Temperaturentwicklungskurve der Larven von *Schistocerca gregaria*.

ergibt eine Mindestentwicklungsdauer von 42 Tagen. Während dieser betrug die Körpertemperatur tagsüber gegen 40° C, des Nachts blieb sie unter dem Entwicklungsminimum.

Um einen Begriff von der Entwicklungsdauer unter genau bekannten Temperaturbedingungen zu erhalten, wurden am 2. April frisch geschlüpfte Larven in einen Thermostatraum von 30° C gebracht. Der Nachteil dieses Raumes war seine völlige Dunkelheit, doch scheint dieselbe die Entwicklungsdauer nicht nachteilig beeinflusst zu haben. Die Imagines schlüpften gleichmäßig am 15. Mai, nach 43 Tagen. Der Daueraufenthalt in 30° C entsprach also etwa der effektiven Wärmesumme unter den natürlichen Bedingungen. Das gibt als Ansatz der Temperaturentwicklungskurve bei einer Annahme von 18° C als Entwicklungsnullpunkt:

$$43 (30 - 18) = \text{Th. C.} = 516.$$

Die Thermalkonstante beträgt 516°. Die entsprechende Hyperbel ist als Abb. 44 abgebildet.

Die relative Entwicklungsdauer der einzelnen Larvenstadien ist verschieden. Bei unserer Zucht im Thermostatzimmer betrug sie:

Larvenstadium	Dauer des Stadiums in Tagen	Beginn des Stadiums
1. Stadium . . .	7	2. IV. 29.
2. „ . . .	13	9. IV. 29.
3. „ . . .	7	22. IV. 29.
4. „ . . .	6	5. V. 29.
5. „ . . .	10	15. V. 29.

Noch der Klärung bedürftig ist die Frage der Präovipositionsperiode der Imagines. Wir wissen heute, daß der Farbwechsel der Flieger (von rotbraun über rosa zu gelb) ein gutes Kennzeichen der geschlechtlichen Reife ist. Im Vorjahre begann in Zuchten im Freien im Oktober ein Massensterben und auch in den Zimmerzuchten starben die letzten Imagines im Verlaufe des Dezembor. Alle diese Imagines waren noch rotbraun. In Parallellzuchten der Regierung in Jerusalem und Jericho geschah das Gleiche überall, im Freien wie im Zimmer, im warmen Jericho wie im kalten Jerusalem, starben ab Oktober die Imagines vor Erlangung der Geschlechtsreife. Daraus scheint klar zu folgen, daß die normale Entwicklungsdauer ein volles Jahr beträgt, wobei die Präovipositionsperiode der Imagines 10 Monate dauert. Solche Entwicklungszyklen sind unter Acridiern nichts ungewöhnliches und in Palästina kennen wir einen ähnlichen Zuklus von *Anacridium aegyptium* u. a. Andererseits liegen zum mindesten zwei zuverlässige Angaben über eine zu kurze Dauer der imaginalen Reifungsperiode vor. Die eine Angabe stammt aus Nordindien (Cotes; zitiert nach Uvarov 1929, S. 255), die andere aus Ostafrika, wo Vosseler bereits 2—3 Wochen nach der letzten Häutung die erste Eiablage beobachtet.

Nach den neueren Untersuchungen von Roubaud<sup>1)</sup> beruht die Diapause bei Insekten auf Störungen im Urat-Stoffwechsel. Die Stoffwechselendprodukte werden nicht genügend rasch aus dem Körper entfernt, sie häufen sich im Fettgewebe an und rufen eine Selbstvergiftung des Körpers hervor. Während der Ruheperiode (im Winter) werden diese Stoffwechselendprodukte entfernt und bei genügender Außenwärme setzt dann sofort die Weiterentwicklung bzw. Eibildung ein. Pospelov<sup>2)</sup> meint, daß es sich vielleicht bei Insekten-Imagines um symbionische Hefezellen und nicht um den Urat-Stoffwechsel handele. In Zukunft wird großer Wert auf Beobachtungen zu legen sein, ob und unter welchen Umständen eine baldige Eiablage ohne Einschlebung der imaginalen Diapause statt-

<sup>1)</sup> E. Roubaud, Les disharmonies de la fonction rénale et leur conséquences biologiques chez les moustiques. Ann. Inst. Pasteur. Paris XXXVII 1923 S. 627.

<sup>2)</sup> V. P. Pospelov, The influence of Temperature on the Maturation and general Health of *Locusta migratoria*. — Bull. Entom. Research XVI. 1926, S. 363.

finden kann. Als Regel haben wir für die Wanderform fraglos an einer einjährigen Entwicklung festzuhalten. Der Farbwechsel in rosa und gelb setzt erst gegen Ende Winter ein. Es sei hier nur erwähnt, daß der Winteraufenthalt der großen, doch wahrlich nicht leicht zu übersehenden Winterschwärme noch ein völlig ungeklärtes Rätsel ist. Die im Oktober bis Anfang November noch recht aktiven Schwärme verschwinden alsdann, ohne daß man weiß, ob sie sich in ganz entlegene Wüstenregionen begeben oder ob sie sich während des Winters zerstreuen und erst Ende Januar wieder versammeln. Wenn auch die erstere Möglichkeit die wahrscheinlichere ist, so wird man doch mit Spannung erwarten, was die tatsächliche Beobachtung — am ehesten wohl in einem der nordafrikanischen Ländern — als Lösung ergibt.

### e) Zur Phasentheorie.

Eine äußerst wichtige und interessante Tatsachenreihe knüpft an die Uvarovsche Phasentheorie an. Uvarov stellte vor einer Reihe von Jahren zunächst an der europäischen Wanderheuschrecke (*Locusta migratoria* L.) fest, daß es eine vereinzelt lebende solitäre und eine in Massen erscheinende Wanderform dieser Art gibt, welche auch in Massen erlich morphologisch verschieden sind und in einander übergehen können. Vereinzelt gehaltene Larven aus großen Wanderschwärmen entwickelt sich zur solitären, zu Wanderschwärmen zugesetzte Larven der solitären zur Wanderform. Die biologische Bedeutung dieser Erscheinungen, die übrigens noch keineswegs als geklärt angesehen werden können, beschreibt Uvarov wie folgt: Die solitäre Einzelform vermag die Art über schlechte Jahre hindurch zu halten, indem ihre Vernichtung infolge ihres verstreuten Daseins viel unwahrscheinlicher ist als bei den kompakten Wanderschwärmen. Dem sei, wie es wolle, sicher ist, daß auch bei anderen Wanderheuschrecken solche „Phasen“ genannten Solitär- wie Herdenformen unterschieden werden konnten, so auch bei unserer afrikanischen Wanderheuschrecke. Die gut bekannte Wanderform ist wissenschaftlich als *Schistocerca gregaria phasis gregaria* Forsk., die noch wenig bearbeitete solitäre Phase als *Schistocerca gregaria phasis flaviventris* Burm. bekannt. Johnston (1926) gebührt das Verdienst, im Sudan den tatsächlichen Übergang der beiden Formen in einander erstmalig nachgewiesen und sichergestellt zu haben, daß die solitäre Form bei vereinzelter, die Herdenform bei Massenvorkommen auftritt beziehungsweise vorwiegt. Begnügen wir uns hier mit einer Feststellung dieser Tatsache, ohne eine Analyse der noch ungenügend bekannten Erscheinung zu versuchen.

Die typischen grünen Hüpfen der frühen Stadien, die sich leicht von den unausgefärbten blaßrosa gefärbten wie von den ausgefärbten schwarzen Hüpfen der Wanderform unterscheiden, waren im Mai 1928 in Jericho recht häufig (schätzungsweise 3—5% aller Tiere), im Frühjahr 1929 in den großen Wanderschwärmen in Transjordanien ungeheuer selten. So fand

ich anfang April nach einstündigem Suchen nur ein Individuum der solitären Phase. Bei den Eizuchten im Wärmeschränk schlüpften grüne Larven der solitären Phase in der 1. Serie (siehe Tab. 1, S. 442) insgesamt 8 Stück:

bei 31,5° C und 100 % Luftfeuchtigkeit 3

30,0° C „ 100 „ „ 1

30,0° C „ 80 „ „ 3

25,5° C „ 100 „ „ 1

S = 20 % aller geschl. Eier;

in der 4. Serie (siehe Tab. 2 S. 442) 1 Stück bei 33° C und 80 % Luftfeuchtigkeit. Von 283 geschlüpften Eiern macht das 0,35 %. Alle grünen Larven entstammen also dem optimalen Klimabezirk der Zuchten. Eingehende Untersuchungen sind erforderlich, um die äußere Bedingtheit des Entstehens der solitären Form zu klären.

#### Unterschiede zwischen

*Schistocerca gregaria phasis gregaria*

(Wanderphase)

1. Körperfärbung der geschlechtsreifen Männchen und Weibchen gelb.
2. Frisch geschlüpfte Imagines rosa gefärbt.
3. Larven und Imagines stets in Wanderschwärmen von oft beträchtliche Größe.

Larven fressen jeden Pflanzenwuchs auf ihrem Wego.

4. Färbung der Larven vorwiegend schwarz und gelb.

5. Nach Johnston im Sudan ein Sommer und Herbstbrüter.

6. Gewöhnlich ein Einwanderer.

*Schistocerca gregaria phasis flavi-ventris*

(Einzelphase)

Körperfärbung der geschlechtsreifen Männchen und Weibchen grau-lichgrün.

Frisch geschlüpfte Imagines grau-lichweiß gefärbt.

Larven und Imagines nicht in Herden lebend.

Zwischenformen bilden kleinere Schwärme und wandern nicht.

Larven sind wählerisch in der Nahrung.

Auch die Imagines bei der Geschlechtsreife vereinzelt.

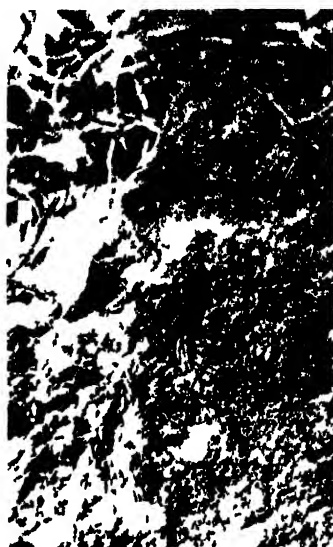
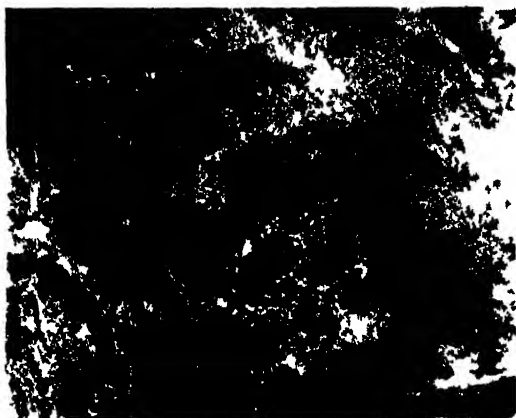
Färbung der Larven einfarbig grün bisweilen mit Spuren schwarzer Zeichnung.

Nach Johnston im Sudan wahrscheinlich ein Winterbrüter.

Wandert nicht, sondern vermehrt sich an ständigen Brutplätzen und zerstreut sich nachher.

## f) Elzahl und Elablage.

Die Elablage erfolgt der Literatur zufolge vorwiegend im sandigen Boden. Im Mai 1928 erfolgte sie bei Jericho auf ausgesprochen schwerem Boden, der unter Bewässerung war. Es handelte sich teils um Bananenpflanzungen, teils um Gurkenfelder.



Abl. 15    *Schistocerca gregaria* a in situ    a In Sand    b In typischem Gärungsbohn  
(Phot. Fraenkel)

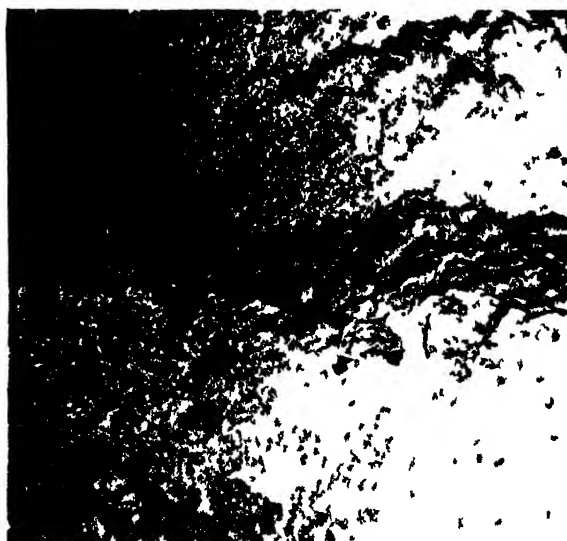


Abb. 46    Elablagelöcher am Rande eines großen Steines. Die Elpakete befinden sich unter dem Stein.  
(Phot. Fraenkel)

Die über mehrere hundert Quadratkilometer ausgedehnte Eiablage im Februar 1929 erfolgte auf stark felsigem Gebirgsboden in Transjordanien. Auf den Bergen war der Südabhang für die Eiablage stets bevorzugt. Der Boden war oft schwer, bevorzugt wurden zur Eiablage aber leichte Sandmulden, die sich nicht selten fanden. Häufig fand auch die Eiablage nicht in der typischen Weise in den Boden statt, sodaß von 3—4 bis 10 cm Tiefe das Eipaket, darüber 2—3 cm hoch der Schaumpfropf gelagert, sondern die Eiablage fand unter großen Steinen statt (Abb. 46). Hierbei zwängte sich das weibliche Abdomen nur zwischen Stein und



Abb. 47. Eiablageplatz. Typische Ansicht eines der Quertäler in Transjordanien, in denen die Eiablage stattfand. (Februar 1929) (Phot. Fraenkel.)

Erdoberfläche, ohne in diese einzudringen, sodaß die Eipakete frei unter dem Stein lagen. Schaumpfropfen fehlten oft.

Die Eipakete sind nur leicht aneinandergeschnitten; die Kittmasse ist mit der Substanz des Schaumpfropfs identisch. Die Anordnung der Eier ist aus Abb. 45 ersichtlich. Eine feste Hülle besitzen sie nicht. Sie sind leicht gebogen, 8 mm breit. Direkt nach der Eiablage sind sie dottergelb, doch geht ihre Farbe nach wenigen Tagen in ein blasses Graubraun über. Die Zahl der Eier pro Eipaket schwankt in der Natur zwischen 40 und 100. Zählungen ergaben zumeist 40—60, doch fehlen dann oft einige Eier, welche beim Ausgraben verloren gingen. Einige Zählungen solcher Eipakete ergaben: 21, 38, 41, 43, 14, 14, 41, 46, 48, 50, 53, 53, 54, 61, 61, 80, 85 = **46 Eier** im Durchschnitt. Zählungen der Eier im Ovarium Ende März ergaben:



Tabelle 36

Eierzählung im Ovarium am 25. III. 1929 (Djuni).

10	—	20	—	30	—	40	1	50	1
11	1	21	2	31	—	41	1		
12	1	22	3	32	2	42	1	60	1
13	—	23	1	33	1	43	4		
14	1	24	2	34	3	44	5	66	1
15	—	25	1	35	—	45	1		
16	1	26	2	36	1	46	—	77	1
17	—	27	—	37	—	47	3		
18	1	28	1	38	2	48			
19	1	29	—	39	—	49	1		

Im Durchschnitt von 45 Zählungen 35 Eier.

Bezüglich der Zahl der Eiablagen ist kein Zweifel: Es waren deutlich zwei Eiablageperioden zu unterscheiden. Die erste, große Eiablage fand bald nach der Ankunft der Schwärme aus Arabien statt von Mitte bis Ende Februar. Die Schwärme durchzogen dann in großen ellipsenformigen Flügen das Land. Die Eizahlen der Ovarien von 48 Weibchen eines solchen Fluges am 26. III. 29 haben wir soeben in Tabelle 36



Abb. 4. Eiablageplatz. Sandige Mulde, in welcher mit besonderer Vorliebe die Eier abgelegt wurden (Phot. Fraenkel)

kennen gelernt. Bezüglich des Gewichts der Ovarien zu dieser Zeit vergleiche man die Tabelle 31. Gegen Ende März verließen die Schwärme den Bezirk, den sie bisher überflogen hatten, und wanderten nach Norden.

Hier kam es dann im nördlichen Transjordanien, in Obergaliläa und in Syrien Anfang April zu mehrfachen Eiablagen, aber nirgends in so massiger Ausdehnung wie im Februar. Der Boden war schon zumeist trocken und



Abb. 49. Typischer Schlafplatz der Wanderschwärme nach der ersten Eiablage (bei Djuni, Mitte März).  
(Phot. Fraenkol.)

Wanderschwärme entstanden aus diesen Eiern nirgends. Wenn es auch nicht bewiesen ist, daß dieselben Weibchen in den erwähnten Schwärmen eine doppelte Eiablage hatten, möchte ich dies doch annehmen. Sonst hätten sich m. E. unter den Weibchen der Schwärme zu Ende März mehr Weibchen ohne Eier finden müssen. Statt dessen standen den 48 untersuchten Weibchen mit Eiern nur 1 Weibchen ohne Eier im Abdomen gegenüber. Da kein Anzeichen für eine Massensterblichkeit von Weibchen nach der ersten Eiablage besteht, spricht dies sehr für obige Annahme. Unter den Schwärmen in Obergaliläa im März muß sogar die Zahl der Männchen die der Weibchen um ein beträchtliches übertroffen haben, wie die Untersuchungen an den bei der Eiablage durch Flammenwerfer verkohlten Tiere beweisen.

#### g) Über die Ursachen des Aussterbens in den Auswanderungsländern.

Eine unendliche wertvolle Tatsache für alle Invasionsländer von *Schistocerca gregaria* ist es, daß nirgendwo sich mehr als eine Generation aus den Einfallsschwärmen entwickelt. Die einfallenden Schwärme kommen im Frühjahr bereits geschlechtsreif aus der Wüste an, legen ihre Eier, die sich unter günstigen Bedingungen gut entwickeln. Aus ihnen schlüpfen

die Hüpfen, welche die großen Verheerungen anrichten, und die aus ihnen sich entwickelnden Imagines haben, soweit mir bekannt, noch nie, falls sie im Lande verblieben, sich fortgepflanzt. Sie sind ausgestorben oder in der Wüste spurlos verschwunden. Bezüglich aufeinander folgender Befallsjahre ist es viel wahrscheinlicher, daß die Fortdauer der günstigen Entwicklungsbedingungen am Ursprungsorte des ersten Schwarmes oder in seiner Nähe die Bildung neuer Schwärme im nächsten Jahr gestattet, als die Annahme, daß es sich um die Nachkommen der eventuell in der Wüste verschwundenen Schwärme des Vorjahres handelt. Um diese Erscheinung voll verstehen zu können, fehlen uns noch die nötigen Grundlagen. Zunächst müssen wir in der Analyse der Vorgänge bei der Geschlechtsreife weiter vorgeschritten sein. Wir haben zuvor bereits erwähnt, daß alle Tiere in Palästina im Vorjahre im Oktober bis Dezember 1928 in rotbrauner Ausfärbung abstarben. Wenn Geschlechtsreife und Ausfärbung Hand in Hand gehen, so sind diese Tiere sicher alle nicht geschlechtsreif gewesen. Nun haben aber zwei Weibchen in Tel Aviv im Oktober gegen 30 Eier in dem Käfig an die Erdoberfläche vereinzelt abgelegt. Die Eier waren normal groß und bei der Ablage dottergelb. Ebenfalls ergaben Wägungen, daß die Weibchen zu Anfang Oktober ihr Maximalgewicht besaßen und von diesem Zeitpunkt ab ständig abnahmen. Das Maximalgewicht muß an sich keineswegs auf fortgeschrittene Eibildung zurückzuführen sein. Wir kennen den Antagonismus zwischen Eibildung und Fettablagerung bei Insekten sehr gut (z. B. bei Culiciden). Die Gewichtszunahme beruht zunächst wohl auf einer Fetthanreicherung vor dem Winter und die Eibildung beginnt dann im Winter gleichzeitig mit der gelben Verfärbung. Neue Zuchten werden diese Ansicht zu belegen haben.

Tabelle 37.

Gewichte von *Schistocerca gregaria*, Tel Aviv Oktober bis Dezember 1928

Datum	Durchschnitts- gewicht von 3 ♀	Durchschnitts- gewicht von 3 ♂
	in g	in g
15. X.	2,437	1,812
21. X.	2,215	1,809
28. X.	2,217	1,798
4 XI.	2,380	1,752
11. XI.	2,361	1,596
18. XI.	2,293	1,580
25. XI.	2,113	1,484
2 XII.	2,288	1,433
9. XII.	2,358	1,363
16. XII.	2,260	
23. XII.	1,880	

Hiermit ist die Frage nach dem Aussterben noch nicht geklärt. Daß starke Winterkälte, Fröste, Schwärme abzutöten vermögen, ist aus der Erfahrung bekannt. Nun sind aber Fröste in der Küstenebene wie in Jericho äußerst selten und zudem erst mehrere Monate später als Oktober. Das Absterben begann aber in Tel Aviv, Jerusalem und Jericho mit ihrem verschiedenen Klima gleichzeitig, allerdings stets nach dem ersten größeren nächtlichen Temperaturfall.

Obwohl die abgestorbenen Tiere keinen krankhaften Eindruck machten, ist es nicht ausgeschlossen, daß die Temperatursenkung bakterielle Krankheiten zum Durchbruch gelangen ließ, wie das auch Pospelov<sup>1)</sup> neuerdings geäußert hat. Unter 20° C fressen die Heuschrecken nicht mehr, ihr O<sub>2</sub>-Verbrauch sinkt aber nur langsam, so daß eine Schwächung bei kühleren Temperaturen wahrscheinlich erscheint. Diese Schwächung findet ja auch in der prämortalen Gewichtsabnahme ihren Ausdruck. Die eingezwängerten Tiere waren zwar in großen Käfigen gehalten, konnten jedoch nicht durch Flug ihre Körpertemperatur haben, noch ständig besonnte Flecken aufsuchen. So waren die Tiere deutlich vor ihrem frei lebenden Artgenossen benachteiligt, die nach den Erfahrungen des Jahres 1915/16 erst viel später ausstarben.

Auch für *Locusta migratoria* hat Pospelov<sup>1)</sup> kürzlich nachgewiesen, daß bei Temperatur von 20° C die Tiere vor Erlangung ihrer Geschlechtsreife absterben. Die eingezwängerten Imagines von *Schistocerca gregaria* zeigen nur deutlicher dieselben Erscheinungen, welche auch bei den frei lebenden zum Tode führen. Die Dauer der optimalen Temperaturen, während welcher die Körpertemperatur auf 40° C erhalten werden kann, ist in Palästina wie in Ägypten, sowie im nördlichen Algerien wie in Marokko nicht lang genug, um eine genügende Entwicklung vor Eintritt des Winters zu sichern. Die nicht genügend entwickelten Tiere sind dann mit Eintritt Winter zu schwach, um sich unter den günstigen Bedingungen (feuchtes Wetter, niedrige Temperatur) am Leben zu erhalten.

Es scheint, als ob eine Mindesttemperatur von ca. 20° C während des kältesten Monats des Jahres eine Voraussetzung für die Dauerzentren von *Schistocerca gregaria* ist und als ob die Kombination der kalten und feuchten Jahreszeit besonders ungünstig für die Imagines ist.

## b) Über natürliche Feinde.

Wir konnten nur gelegentlich über die natürlichen Feinde Beobachtungen sammeln.

Die Wanderschwärme der Imagines besonders wurden von Ende März eifrig von Storchherden verfolgt, die z. B. Anfang April in Obergaliläa ganz beträchtlich gewesen sein sollen. Abb. 50 zeigt eine solche Storch-

<sup>1)</sup> V. P. Pospelov, The influence of temperature on the maturation and general health of *Locusta migratoria* L. Bull. Entom. Res. XVI. 1926, S. 363—267.

herde, die bei der Heuschreckenvertilgung beschäftigt ist. Irgend ein epidemiologischer Wert kann diesem wie wohl jedem anderen Vogelfraß in Herden der Massenvermehrung von Insekten nicht zuerkannt werden.

Aus den Eipaketen schlüpften massenhaft zwei Fliegenarten, deren Larven auch sonst als Feinde von Heuschreckeneiern bekannt sind:

*Stomatorrhina (Idia) lunata* F. (Dipt. Muscid.) legte in den Gebirgsboden zahlreich ihre Eier an die Heuschreckeneier. Sie ist aus Algier und Ägypten als Feind von *Schistocerca gregaria*-Eiern bekannt. Am 17./18. IV. 1929 schlüpften zahlreiche Fliegen aus den Ende März von Djuni mitgebrachten Eiern, am 2. V. 1929 bereits die Fliegen der nächsten Generation. Die Entwicklungsdauer betrug also nur 14 Tage.



Abb. 50. Störche verfolgen in der Jordanebene Heuschrecken (15. IV. 29)  
(Phot. Fraenkel)

*Chortophila cilicrura* Rond. (Dipt. Anthomyid.) ist ovovivipar. Die Fliege ist kosmopolitisch und aus Kleinasien und Argentinien als Feind von Heuschreckeneiern bekannt. Im allgemeinen entwickelt sich diese kosmopolitische Art wahrscheinlich in Pflanzenwurzeln oder in sich zersetzenden Pflanzenstoffen. Immerhin ist der Übergang zu Heuschreckeneiern nicht selten. *Ch. cilicrura* schlüpfte in Massen Mitte April.

Künckel d'Herculais und Uvarov geben gute Bilder beider Fliegenarten. Auch diese beiden Fliegen sind epidemiologisch belanglos. In zu feuchten, nicht durchlüfteten Böden trat öfters Schimmelbildung an den Eipaketen auf.

In einer unserer Zuchten entwickelten sich Millionen von Milben, ohne daß ich über deren Beziehung zu den Heuschreckeneiern etwas auszusagen vermöchte.

# 1) Bemerkungen über die Bekämpfung von *Schistocerca gregaria*.

Da über die Bekämpfung der Heuschreckeninvasion in Transjordanien die Regierung ausführlich berichten wird, so beschränke ich mich hier auf einige Bemerkungen.

Die Bekämpfung fand im engsten Anschluß an die von der deutschen Expedition unter Geheimrat Bücher während des Krieges in Kleinasien ausgearbeiteten Bekämpfungsmethoden statt.

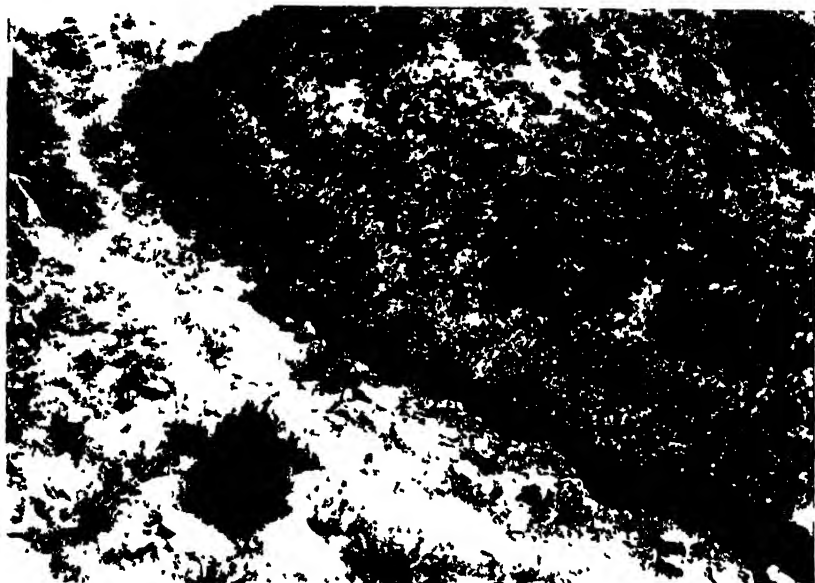


Abb. 51. Totansicht eines großen Zinkblechapparates in Tadschikistan  
(Phot. Fraenkel)

Eine Festlegung der Eiablageplätze erfolgte, soweit der Nachrichtendienst dies gestattete. Ein Aushacken der Eier oder Umpflügen der betreffenden Fehler kam nur ganz lokal in Frage, da das Gebirgsterrain diese Arbeit, die nur dann einen Sinn hat, wenn sie gründlich durchgeführt wird, nicht gestattete. Gegen die Schwärme wurde nach der Eiablage mit Flammenwerfern vorgegangen: abends wurden sie auf den Schlafplätzen aufgesucht und mittels der einfachen Flammenwerfer (Pflanzenspritzen mit Preßluft und einem kleinen Ansatzrohr) in großen Mengen verbrannt. Auch gegen die jungen Hüpfer ging man so vor. Bei einem wirklich ernsthaften Befall dürfte der bekämpfungstechnische Wert der Flammenwerfer nur gering sein.

Die Hauptbekämpfung erfolgte durch die Zinkblechapparate, deren Wert bei richtiger Anwendung gar nicht hoch genug zu veranschlagen ist. Abb. 51 und 52 geben einen Begriff von ihrer Anwendung. Als Hilfsmittel kam im Gebirge noch das Treibeverfahren in Anwendung. Gegen

die jungen Imagines konnten keine Bekämpfungserfahrungen gesammelt werden, da dieselben sofort schnurstracks nach Osten in die syrische Wüste abflogen

Die palastinensische Regierung verfügt jetzt über ein in der Heuschreckenbekämpfung erfahrenes Personal und wird bei jedem kleinen



Abb 52 Blick in die Grube eines Ziniblochapparates  
(Ihot Iraenkel)

oder mittelstarken Heuschreckeneinfall der Hupfer in Zukunft leicht Herr werden können, bei Bereitstellung der nötigen Mittel vielleicht auch einer großen Invasion. Das heißt natürlich nicht, daß jeder Schade verhütet werden kann, aber von den wichtigen intensiven Kulturen, wie dem Orangenbau, durften sie ferngehalten werden können. Besorgnisse ernsterer Art bleiben gegenüber den jungen Wanderschwarmlern der Imagines bestehen, gegen die es eine Abwehr wohl noch nicht gibt

## I. Zur Sinnesphysiologie und Sozialpsychologie der wandernden Heuschreckenlarven.

Von G. Fraenkel.

### a) Sinnesphysiologie.

Die Untersuchungen über die Aktivität der Heuschrecken im Laufe des Tages haben zu der Entdeckung bestimmter Gesetzmäßigkeiten geführt, die wir in dem Verhalten der Heuschrecken erkennen können. Die Aufstellung eines Stundenplanes besagt nichts anderes, als daß unter bestimmten äußeren Bedingungen, vor allem Licht- und Temperaturverhältnissen, notwendigerweise eine bestimmte Reaktion erfolgen muß. Äußere Einflüsse wirken auf den Organismus als Reize. Dabei ist zu unterscheiden zwischen solchen äußeren Einflüssen, die nur durch Vermittlung eines Sinnesorgans als Reize perzipiert werden wie Licht und Schwerkraft, und solchen, die allgemein den physiologischen Zustand, die Stimmung des Tieres, beeinflussen wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit. Es handelt sich bei dieser Untersuchung ausschließlich um Richtungsreaktionen, d. h. um Reaktionen, bei denen das Tier in Bewegung oder Ruhe eine bestimmte Orientierung einnimmt. Solche Richtungsreaktionen werden ausgelöst und gerichtet durch Sinnesreize, d. h. äußere Kräfte, die auf dem Weg über Sinnesorgane vom Organismus aufgenommen werden. Das Zustandekommen solcher Reaktionen ist aber hinwiederum bestimmt vom inneren physiologischen Zustand des Tieres, der seinerseits ebenfalls von äußeren Einflüssen abhängig ist. Die Aufgabe der vorliegenden Untersuchung ist nun, für die Richtungsreaktionen der Heuschrecken die genauen äußeren und inneren Bedingungen ihres Zustandekommens festzulegen.

Wenn die Analyse einer Richtungsbewegung ergibt, daß sie zwangsweise unter dem Einfluß äußerer Kräfte erfolgt, so fällt sie unter den Begriff der Tropismen im Sinne Löbs. „Unter Tropismen der Tiere verstehen wir die zwangsweise Orientierung gegen bzw. die zwangsweise Progressivbewegung zu oder von einer Energiemenge.“ (Loeb<sup>1)</sup>). Tropismen werden heute allgemein als Kettenreflexe aufgefaßt. Wenn es also gelingt, die Bewegungen der Heuschrecken in eine Anzahl Tropismen aufzulösen, so wäre damit die Heuschrecke als Reflexmaschine charakterisiert.<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> J. Löb, Die Tropismen in H. Winterstein, Handb. d. vgl. Physiol. Bd. 4, S. 452.

<sup>2)</sup> Neuerdings wird der Ausdruck *Tropismen* nur bei festsitzenden Pflanzen angewendet, während man bei frei beweglichen Organismen von *Taxien* spricht.



In diesem Falle könnten wir uns vorstellen, daß die Massenanhäufungen der Heuschrecken keinerlei sozialen Instinkten entspringen, sondern einzig ein Ausdruck dafür sind, daß unter dem Einfluß bestimmter äußerer Kräfte jedes Tier zwangsläufig eine bestimmte Reaktion ausführt und dabei alle Tiere einander parallel handeln. Es wird die Aufgabe des zweiten Teils dieser Studie sein, zu untersuchen, ob die sinnesphysiologische Analyse auch das Phänomen der Massenansammlung und Massenwanderung erklärt, oder ob im Leben der Heuschrecken soziale Beziehungen, d. h. Beziehungen zwischen den Tieren, eine Rolle spielen.

Zur Analyse der Richtungsreaktion der Heuschrecken folge ich der grundlegenden Nomenklatur Kühn's.<sup>1)</sup> Den *Phobotaxien* (Schreckreaktionen, ungerichteten Bewegungen in einem Reizfeld) stehen gegenüber *Topotaxien* (Gerichtete Bewegungen in einem Reizfeld). Bei *Topotaxien* unterscheiden wir zwischen *Tropotaxis* (Einstellung in ein Erregungsgleichgewicht für symmetrische Rezeptoren), *Menotaxis* (asymmetrische Einstellung in einem Reizfeld, Beibehaltung einer bestimmten Reizverteilung über den Rezeptoren) und *Telotaxis* (Einstellung nach einem Ziel).

### 1. Reaktionen gegenüber Licht.

#### Phototaktische Bewegungsreaktionen.

Heuschrecken reagieren wie viele andere Tiere im Laboratorium positiv phototaktisch. Sie sammeln sich an der hellsten Stelle ihrer Umgebung an, fliegen oder kriechen stets aufs Fenster zu. Wie ganz allgemein bei phototaktischen Phänomenen kann man auch hier aus dieser Laboratoriumsphototaxis keinen Schluß auf die Reaktionen gegenüber Licht in der Natur ziehen. Denn die phototaktischen Reaktionen treten nur bei bestimmtem physiologischen Zustand in Erscheinung und werden vielfach von anderen Reaktionen überdeckt. In der Tat sehen wir, daß die Bewegungsrichtung der wandernden Schwärme in keiner Beziehung zu den Lichtverhältnissen steht. Hierfür läßt sich als Erklärung angeben, daß bei höheren Temperaturen — die Körpertemperatur der Heuschrecken beträgt während der Zeit des Wandern in der Sonne über 35° — die Phototaxis gehemmt wird. Diese Auffassung läßt sich in einem Laboratoriumsversuch direkt experimentell beweisen. Bei Temperaturen von 20° sammelten sich sämtliche Tiere an der Lichtseite eines Gefäßes an, während dieselben Tiere bei Temperaturen von 32° und 35° keinerlei Phototaxis zeigten.

Positive Phototaxis läßt sich nachweisen bei der Entstehung der Morgen- und Abendansammlungen. Es kommt vor, namentlich bei älteren

<sup>1)</sup> A. Kühn, Die Orientierung der Tiere im Raum. Jena 1919. — A. Kühn, Phototropismus und Phototaxis der Tiere. Handb. der normal. u. path. Physiologie Bd. 12, 1. Hälfte S. 17—35, 1928. — O. Koehler, Untersuchungsmethoden der allg. Reizphysiologie, in Methodik der wissenschaftlichen Biologie, Bd. 2, S. 904—911.

Larvenstadien, daß morgens zur Zeit der Ansammlungen die Larven auf den Gebüschern sitzen bleiben. Sie wandern dann alle auf die Sonnen-seite der Gebüschse herüber und werden dabei sicherlich durch das Sonnenlicht geleitet.

Die Ansammlungen am Boden an warmen sonnigen Plätzen geschehen ebenfalls wahrscheinlich *phototaktisch*. Es wirkt hier nicht das Sonnenlicht direkt als Reiz, sondern die belichtete Fläche. Da die Ansammlungen an besonders warmen Plätzen stattfinden, ist die Möglichkeit in Betracht zu ziehen, daß hier *Thermotaxis* die Tiere leitet. Diese Annahme läßt sich aber widerlegen. Die Orte, an denen die Morgenansammlungen stattfinden, sind nur dann durch besondere Wärme ausgezeichnet, wenn sie windgeschützt sind oder jedenfalls dem Wind nicht stärker ausgesetzt sind als andere Orte der Umgebung. Es kam aber vor, daß die der Sonne ausgesetzten Plätze starken Winden ausgesetzt waren. Trotzdem entstanden dort die Ansammlungen. Abends waren die Orte der Ansammlungen meistens starken Westwinden ausgesetzt und auch morgens kamen gelegentlich die Ansammlungen bei starkem Ostwind zustande.

Die Richtungsbewegungen, welche die Heuschrecken abends auf Gebüschse und Bäume führen, kommen wahrscheinlich durch negative Phototaxis zustande. Bäume und Gebüschse, namentlich die beschatteten Plätze am Boden um den Stamm herum, wirken sicherlich als dunkle Gegenstände. Man sieht, wie abends von allen Seiten die Larven auf die Sträucher zu-eilen. Schlägt man sie von den Büschen herab, so laufen sie augenblicklich konzentrisch gegen den Stamm. Ich habe den Eindruck gewonnen, daß das Aufsuchen der Büschse und Bäume negativ phototaktisch geschieht.

#### Phototaktische Ruhestellungen.

Außer phototaktischen Bewegungsreaktionen finden sich bei *Schistocerca* phototaktische Ruhestellungen, bei denen die Tiere sich ruhend in einer bestimmten Lage zum Licht orientieren. Phototaktische Ruhestellungen kennen wir von vielen Tieren namentlich von Insekten. Es handelt sich in allen bekannten Fällen umlichtsymmetrische Einstellungen. Lichtasymmetrische Ruhelagen sind meines Wissens bisher nie beschrieben.

Larven von *Schistocerca* orientieren bei den Morgen- und Abendansammlungen die Längsachse ihres Körpers genau senkrecht auf die Sonnenstrahlen, wenden also der Sonne die Breitseite zu. In einer Ansammlung finden sich die Tiere dichtgedrängt aneinander, die Längsachsen des Körpers einander parallel, nur die Köpfe schauen nach entgegengesetzten Richtungen. Diese Orientierungsart ist zwangslos einzureihen in die bisher bekannt gewordenen Fälle von *menotaktischer* Orientierung, bei denen das Tier eine bestimmte relative Lage zum Licht einnimmt. Das Tier orientiert sich derart zur Sonne, daß das Bild der Sonne auf einen bestimmten Punkt der Netzhaut fällt, der in diesem Falle so liegt,

daß dabei das Tier seine Breitseite der Sonne zuwendet. Die finale Bedeutung dieser Haltung ist die Erwärmung des Körpers. Das Ziel wird erreicht durch eine reflektorisch erfolgende phototaktische Reaktion. Es handelt sich hier um den ersten beschriebenen Fall einer menotaktischen Ruhelage.

Eine weitere typisch phototaktische Ruhestellung ist in der Haltung der Tiere an sehr heißen Tagen während der Mittagsstunden zu erkennen. Die Heuschrecken orientieren die Längsachse ihres Körpers genau in der Richtung der Sonnenstrahlen. Die Orientierung istlichtsymmetrisch, d. h. symmetrisch zur Medianachse des Körpers gelegene Photorezeptoren werden gleichstark erregt. Von allen bekannten Fällen von lichtsymmetrischen Ruhelagen unterscheidet sich das Verhalten der Heuschrecken darin, daß sie die Längsachse ihres Körpers genau in die Richtung der Sonnenstrahlen einstellen. Dies gibt uns einen Hinweis darauf, daß der Orientierungsmodus *Telotaxis* ist. Der Körper wird in diejenige Stellung gebracht, bei der die Sonne von beiden Augen fixiert wird. Das Bild der Sonne wird auf bestimmten Punkten der Netzhaut beider Augen abgebildet, die so liegen, daß bei dieser Einstellung der Körper genau in der Richtung der Sonnenstrahlen orientiert ist. Lichtsymmetrische Einstellung kommt auch durch *Tropotaxis* zustande, jedoch könnte sich das Tier tropotaktisch auch in seiner gewöhnlichen Haltung am Boden orientieren und es wäre nicht einzusehen, warum es die Längsachse seines Körpers in die Richtung der Sonnenstrahlen einstellt. Die finale Bedeutung dieser Haltung ist, die Erwärmung des Körpers möglichst zu verhindern, das Ziel wird wiederum erreicht durch eine rein reflektorisch erfolgende phototaktische Reaktion.

## 2. Reaktionen gegenüber Schwerkraft.

*Schistocerca*, Larven wie Imagines, reagieren gewöhnlich an senkrechten Wänden *negativ geotaktisch*, sie kriechen stets senkrecht nach oben, in Ruhestellung ist der Kopf nach oben orientiert. Die negative Geotaxis führt sie in den Abendstunden sowie in Mittagsstunden bei sehr heißen Temperaturen nach oben vom Boden weg in die Sträucher hinauf. Man kann leicht beobachten, daß sie an Pflanzen stets nach oben klettern. Daß diese Reaktion nicht durch positive Phototaxis zustandekommt — in einem Gebüsch bedeutet oben zugleich die Richtung der größten Helligkeit — ist leicht abzuleiten. Solange sich die Larven in den unteren Regionen der Büsche befinden, würde sie positive Phototaxis viel eher seitlich unten heraus ans Licht führen, als der lange Weg durch das Blattwerk.

Unter Laboratoriumsbedingungen sind die Tiere fast stets negativ geotaktisch gestimmt. Sie klettern meist an den Seitenwänden der Zuchtkästen nach oben.

Es war bisher ungeklärt, wie der Mechanismus der geotaktischen Orientierung aufzufassen ist. Ein besonderes Schweresinnesorgan ist, von einigen besonders liegenden Fällen bei Wasserinsekten abgesehen, bei Insekten niemals aufgefunden worden. Man könnte sich vorstellen, daß die Orientierung an senkrechten Wänden mit dem Kopf nach oben rein mechanisch dadurch geschieht, daß der lange schwere Hinterleib nach abwärts zieht. Diese Auffassung ist aus 2 Gründen unhaltbar:

1. Es gibt Zustände, namentlich bei hohen Temperaturen, in denen die Tiere keineswegs nach oben kriechen, sondern sich in beliebiger Richtung orientieren.

2. Wenn man den Hinterleib und die Flügel abschneidet und so die Massenverteilung wesentlich ändert, erfolgt trotzdem ausgezeichnete geotaktische Orientierung.

Nach meinen Untersuchungen geschieht die geotaktische Einstellung auf folgende Weise: Wenn eine Heuschrecke in senkrechter Orientierung an einer Wand hängt, übt der Körper an den Beinen einen Zug aus, der sich symmetrisch gleichstark auf die rechten und linken Beine verteilt. Ist die Orientierung nicht vertikal, so wird auf die Beine beider Seiten ein ungleicher Zug ausgeübt. Wir müssen uns nun vorstellen, daß solange Kompensationsbewegungen erfolgen, bis die Beine beider Seiten genau demselben Zug ausgesetzt sind und zwar so, daß der Körper an den Beinen hängt, also mit dem Kopf nach oben.

Der Beweis dieser Erklärung läßt sich folgendermaßen führen. Man bindet um die Brust einer Heuschrecke eine Schlinge und läßt das Tier auf einer horizontalen Unterlage kriechen, die seinen Füßen einen guten Halt bietet (feinmaschiges Drahtnetz). Übt man nun mit dem freien Ende des Fadens in irgend einer Richtung einen Zug horizontal auf das Tier aus, so dreht es sich soweit herum, bis es der Richtung des Zuges genau entgegengesetzt orientiert ist und marschiert in dieser Richtung weiter. Die Heuschrecken orientieren sich also stets entgegengesetzt der auf sie wirkenden Kraft, in diesem Falle eines mechanisch auf sie ausgeübten Zuges, normalerweise der Schwerkraft. Dieser einfache Mechanismus, der durchaus als *tropotaktische Orientierung* anzusprechen ist (Einstellung in ein Erregungsgleichgewicht für symmetrisch liegende Rezeptoren) verhilft dem Tiere reflektorisch, die Gewinnung und Einhaltung senkrechter Orientierung an vertikalen Flächen.

In der Natur sehen wir, daß die Geotaxis verschwindet, solange sich die Tiere in Wanderung befinden, also bei Temperaturen von 27—40°. Damit übereinstimmend ließ sich auch im Laboratoriumsexperiment nachweisen, daß die Geotaxis bei höheren Temperaturen aufhört. Es folgen hier die Versuchsprotokolle:

24. April 1929.

Versuch wird im Zimmer durchgeführt. 3. und 4. Larvenstadium.

Temperatur	Reaktion gegen Schwerkraft.							
20°	Alle (17) Tiere kriechen an den Seitenwänden des Gefäßes nach oben.							
25°	4 Tiere kriechen nach oben.							
32°	Alle Tiere bleiben auf dem Boden des Gefäßes.							
35°	"	"	"	"	"	"	"	"
28,5°	6 Tiere kriechen nach oben.							
27,5°	7	"	"	"	"	"	"	"
24,5°	12	"	"	"	"	"	"	"
23,5°	14	"	"	"	"	"	"	"
27. März 1929.				Imagines.				

Die Tiere befinden sich in einem großen Zuchtkasten im Freien in der Sonne. Es war aufgefallen, daß frühmorgens stets alle Tiere ganz oben an den Seitenwänden des Käfigs saßen, während sie sich mittags sämtlich unten am Boden befanden. Bei verschiedenen Temperaturen zeigte sich folgende Verteilung der Imagines:

3 <sup>h</sup>	30°	Kein Tier sitzt an den Seitenwänden des Käfigs.						
3.45 <sup>h</sup>	20°	25	Tiere sitzen	"	"	"	"	"
4 <sup>h</sup>	20°	33	"	"	"	"	"	"
4.30 <sup>h</sup>	17°	34	"	"	"	"	"	"

Es zeigt sich also in beiden Versuchsreihen übereinstimmend, daß bei warmen Temperaturen die Geotaxis gehemmt wird. Es scheint, daß die Geotaxis nicht verschwindet, sondern durch die größere Aktivität der Tiere bei höheren Temperaturen überdeckt wird. Denn bei ganz hohen Temperaturen über 40°, wenn die Tiere an Aktivität verlieren, orientieren sie sich wieder negativ geotaktisch an senkrechten Wänden.

### 3. Gibt es bei *Schistocerca*-Larven *Thermotaxis*?

Die Larven von *Schistocerca* reagieren unter gewissen Bedingungen scheinbar thermotaktisch. Bei Außentemperaturen von 20–27° suchen sie der Sonne besonders gut ausgesetzte Stellen auf, bei Temperaturen über 40° entziehen sie sich den heißen am Boden herrschenden Temperaturen, indem sie auf Pflanzen klettern. Wenn es sich hier auch in beiden Fällen unzweifelhaft um in einem Temperaturfeld gerichtete Bewegungen handelt, ist es doch falsch, von *Thermotaxis* zu sprechen. Hier wirkt die Temperatur nicht als der richtende Reiz, sondern sie schafft im Tier die inneren Bedingungen, den physiologischen Zustand, der für die Wirksamkeit anderer Sinnesreize, hier Licht und Schwerkraft, Voraussetzung ist. Es ist in der Tat möglich, die oben erwähnten scheinbaren Thermoreaktionen als Licht- und Schwerkraftsreaktionen zu deuten, wie auf den vorhergehenden Seiten geschehen ist. Bei Temperaturen

von 20—27° wirken von der Sonne beschienene Plätze optisch anziehend auf die Tiere, bei hohen Temperaturen führt sie *negative Geotaxis* im Verein mit *Phototelotaxis* vom Boden weg hinauf auf die Pflanzen. Den Hinweis darauf, daß das Zustandekommen der Morgen- und Abendansammlungen *phototaktisch* und nicht *thermotaktisch* geschieht, fanden wir darin, daß vielfach die Orte der Ansammlungen gerade dem Wind besonders stark ausgesetzt sind und demnach bestimmt keine höhere Temperatur aufwiesen als andere Orte der Umgebung.

Solange bei keinem Insekt (und auch sonst nicht in der ganzen Tierreihe, abgesehen vom Menschen) spezifische Wärmesinnesorgane nachgewiesen sind, müssen wir Erklärungen, die eine Rezeption von Temperaturreizen voraussetzen, äußerst skeptisch betrachten. Immerhin gibt es Hinweise auf das Bestehen eines Temperatursinnes bei *Schistocerca*. Die Versuche in der Temperaturorgel<sup>1)</sup> haben ergeben, daß *Schistocercen* in einem Wärmegefälle aktiv ein Optimum aufsuchen. Diese Reaktionen lassen sich kaum anders als durch Annahme eines Temperatursinnes erklären. So dürfte vielleicht einmal der Nachweis gelingen, daß *Schistocerca* unter gewissen Bedingungen *thermotaktisch* reagiert.

#### 4. Ergebnis der sinnesphysiologischen Analyse.

Die sinnesphysiologische Analyse des Verhaltens der Heuschrecken hat ergeben, daß viele Lebenstätigkeiten der Heuschrecken als Reaktionen auf Sinnesreize zu verstehen sind. Bei einem gegebenen physiologischen Zustand der Tiere, der gewöhnlich durch die Körpertemperatur charakterisiert ist, erfolgt eine eindeutige Reaktion auf Licht- und Schwerkraftsreize. Diese Reaktionen sind gerichtete Bewegungen bzw. Ruhestellungen in einem Reizfeld, also Taxien. Somit dürfte der Versuch, das Verhalten von *Schistocerca* reflexphysiologisch zu deuten, für viele Reaktionen von *Schistocerca* gelungen sein. In nachfolgender Tabelle ist zusammengestellt, wie die Taxien am Zusammenkommen der verschiedenen Reaktionen beteiligt sind.

(Siehe Tabelle 38 auf S. 546.)

#### b) Sozialpsychologie.

Die sinnesphysiologische Analyse hat die Reaktionen der Heuschrecken in eine Anzahl Tropismen aufgelöst. Tropismus bedeutet eindeutige Beantwortung eines Reizes auf dem Weg vorgeschriebener Reflexbögen. Damit wäre das gemeinsame Handeln eines Heuschreckenschwarmes darauf zurückgeführt, daß jedes einzelne Tier auf einen Reiz bei einem gegebenen physiologischen Zustand hin eine eindeutige Reaktion vollführt. Wenn viele dasselbe tun, ist der Effekt eine Massenbewegung. Die Reaktion eines Schwarmes wäre nichts anderes als die Summe der Bewegungen der einzelnen Tiere. Die Schwarmbildung wäre ein zufälliges Ergebnis, kein in der

<sup>1)</sup> Vergl. S. 496—498.

Tabelle 38.

## Auflösung der Orientierungsreaktionen der Heuschrecken in Taxien.

Orientierungsart	Temperatur	Reaktion gegen Licht	Reaktion gegen Schwerkraft
Auf Pflanzen	17—20°	negativ phototaktisch	negativ geotaktisch
Entstehung der Morgenansammlungen	20°	positiv phototaktisch	negativ geotaktisch
Morgenansammlungen	20—27°	photomenotaktisch	negativ geotaktisch
Wanderung	27—40°	Orientierungswinkel 90° indifferent	indifferent
Mittagsstellungen	40—50°	phototototaktisch	negativ geotaktisch
Entstehung der Abendansammlungen	27—20°	positiv phototaktisch	negativ geotaktisch
Abendansammlungen	27—20°	photomenotaktisch	negativ geotaktisch
Begoben sich auf Pflanzen	20—17°	Orientierungswinkel 90° negativ phototaktisch	negativ geotaktisch

Natur der Tiere vorgebildeter Trieb. Dem ist jedoch nicht so. Dies lehren 2 Punkte:

1. Nahezu alle auf Seite 539 bis Seite 545 beschriebenen Reaktionen der Heuschrecken kommen nur bei einem Schwarm zustande. Einzelne Tiere, versprengte Tiere oder solche, die man abseits vom Schwarm aussetzt, verhalten sich ganz anders. Sie wandern nicht, sie nehmen nicht die Ruhestellungen mit zu den Sonnenstrahlen senkrecht oder parallel orientierter Körperachse ein. Sie verhalten sich vermutlich so, wie sich normalerweise solitär lebende Tiere verhalten. Dies beweist nichts gegen die Tropismennatur der Reaktionen des Schwarmes, stellt vielmehr nur fest, daß ein soziales Moment der Aggregation notwendigerweise einen Faktor des physiologischen Zustandes darstellt, der die Voraussetzung für das Eintreten einer Reaktion bildet.

2. Allein paralleles Handeln vieler Einzeltiere, die unabhängig und unberührt von einander leben, würde niemals die Entstehung und das Bestehen großer Schwärme erklären. Vielmehr würde es von Anfang an zu keiner Schwarmbildung kommen, da niemals solche Massen in solch vollkommener zeitlicher und räumlicher Nähe schlüpfen und genug Faktoren, namentlich individuelle Verschiedenheiten die Tiere immer wieder zerstreuen würden.

Es gibt jedoch Momente im Leben der Heuschrecken, die eine Annahme sozialer Instinkte zu einem Postulat machen.

### 1. Die sozialen Instinkte.

2 soziale Instinkte lassen sich in den Reaktionen der Heuschrecken erkennen: Der Aggregationstrieb und der Nachahmungstrieb.

Der Aggregationstrieb läßt die Tiere mehrmals des Tages stets immer wieder in engste Fühlung zueinander kommen und verhindert so die Zerstreuung.

In jeder Situation der wandernden Heuschrecken kann man beobachten, daß sie nicht gleichmäßig über ein Areal verteilt sind, sondern daß sie stets gruppenweise mehr oder weniger dicht aneinander leben, während zwischen den Gruppen verhältnismäßig wenige Tiere zu finden sind.

Bereits die frischgeschlüpften Larven halten sich in kleinen und kleinsten Gruppen zusammen, sie hüpfen in Gemeinschaft herum, sonnen sich auf Steinen usw.

Ein wandernder Schwarm besteht aus vielen einige Dezimeter breiten Zügen, in denen sich die Hauptmasse der Tiere zusammen drängt und in denen auch die Hauptförderung der Fortbewegung erzielt wird. Zwischen diesen Zügen befinden sich wenig Tiere.

Wenn man die Tiere am frühen Morgen auf Bäumen und Sträuchern antrifft, macht man immer die Beobachtung, daß manche Bäume von ihnen dicht besetzt sind, während andere, die sich von ihnen in nichts unterscheiden, völlig frei von Tieren sind.

Die Morgen- und Abendansammlungen demonstrieren vielleicht am sinnfälligsten das Wirken des Aggregationstriebes. Hier sitzen alle Tiere eng aneinandergedrängt, während die zwischen den Ansammlungen liegenden Stellen, die sich in nichts von den von den Tieren besetzten Ansammlungsorten unterscheiden, völlig frei von Tieren sind.

Selbst das Fressen geschieht vielfach in Gemeinschaft. Man findet manchmal Pflanzen, die so dicht von fressenden Tieren besetzt sind, daß kaum ein Pflanzenteil dem Auge sichtbar ist. Gleichzeitig kann man meterweise im Umkreise keine fressenden Tiere antreffen.

Der Nachahmungstrieb ist der Faktor, der stets die Gemeinsamkeit des Handelns verbürgt, namentlich in den Fällen, in denen das gemeinsame Handeln nicht rein reflexphysiologisch als Taxic gedeutet werden kann.

In einem wandernden Schwarm bemerkt man plötzlich, daß an einer Stelle alle Tiere hüpfen, während sie an anderen Stellen überall kriechen. Dies hat bestimmt nicht seinen Grund in einer besonderen Beschaffenheit des Untergrundes, denn wenn die hüpfende Gruppe vorbeigezogen ist, kriechen wieder alle Tiere an dieser Stelle. Man kann beobachten, daß die hüpfenden Tiere kriechende, die sie überholen, zum Hüpfen veranlassen. Eine derartige hüpfende Gruppe, die übrigens meist nach wenigen Sekunden wieder zum Kriechen übergeht, entsteht sicherlich so



daß einige Tiere plötzlich zu hüpfen beginnen und die benachbarten Tiere diese Bewegungsart nachahmen. Solche hüpfende Gruppen findet man oft an der Zinkwand.

Scheucht man die Tiere in eine neue Richtung, so kann man sehen, daß sie alle Tiere, die sie am Wege treffen, in die neue Richtung mitreißen. Sie schwenken erst dann in die neue Richtung ein, wenn die Tiere, deren Richtung übernommen wird, nahe genug gekommen sind, so daß man nicht sagen kann, ein und derselbe primäre Reiz habe alle Tiere in die neue Richtung getrieben.

Niemals ziehen einzelne Tiere gegen einen Strom oder quer zur Stromrichtung. Es kommt vor, namentlich wenn der Schwarm durch Bekämpfungsmaßnahmen beunruhigt oder auseinander gesprengt wurde, daß kleine Gruppen in verschiedenen Winkeln aufeinander stoßen. Dann bestimmt gewöhnlich die Zugrichtung der einen Gruppe die der andern. Die Richtung wird nachgeahmt. Manchmal kommt vor, daß ein Individuum sich eine kürzere Strecke (bis höchstens 1 m) in der alten Zugrichtung quer zum Strom bewegt, stets wird es aber schließlich die allgemeine Zugrichtung annehmen.

Beim Entstehen der Morgen- und Abendansammlungen ist folgendes zu beobachten. Stoßen wandernde Tiere auf schon sitzende, dann setzen sie sich in der typischen Haltung dazu. Nun ist zwar das Einnehmen dieser Haltung bei den ersten sich setzenden Tieren durch Licht und Temperaturverhältnisse bedingt. Jedoch eine Ansammlung wächst dadurch, daß vorbeiziehende Tiere sich dazu setzen. So finden sich schließlich sitzende Tiere an Stellen, an denen vor kurzem noch die Tiere gewandert hatten. Daraus ist klar zu sehen, daß in diesem letzteren Falle nicht die äußeren Bedingungen primär den Reiz zum Einnehmen der Ansammlungshaltung darstellen, sondern daß vielmehr der Nachahmungstrieb die Reaktion veranlaßt hat.

Fressende Tiere locken nicht nur andere an (Aggregationstrieb), sondern veranlassen sie auch, mitzufressen (Nachahmungstrieb).

Aggregationstrieb und Nachahmungstrieb sind 2 Faktoren, die einige schwierige Fragen der Heuschreckenbiologie dem Verständnis näher zu bringen geeignet sind. Es soll in folgendem versucht werden, 2 derartige Probleme, das Phänomen des Zusammenwanderns sowie die Frage der Entstehung der Züge zu analysieren.

## 2. Warum wandern die Tiere zusammen?

Der Aggregationstrieb veranlaßt die Tiere, stets Fühlung aneinander zu suchen und als geschlossene Schar zusammen zu bleiben. Der Nachahmungstrieb garantiert die Uniformität des Handelns. Die Art der Reaktion ist von äußeren Faktoren abhängig. Das Phänomen des Wanderzugs ist nun schließlich nichts anderes, als die Uniformität des Handelns sämtlicher Tiere einer geschlossenen Schar. So läßt sich die Frage,

warum die Tiere zusammen wandern, zurückführen auf einige wenige soziale Instinkte, die im Leben der Heuschrecken in vielen Situationen eine Rolle spielen und das Handeln entscheidend beeinflussen.

### 3. Wie entsteht der Wanderzug?

Um die Entstehung größerer Züge zu verstehen, muß man die Vorgänge am Eiablageplatz zur Zeit des Schlüpfens verfolgen. Die Eiablage findet an einem Eiablageplatz zwar ungefähr gleichzeitig statt, jedoch sind die äußeren Bedingungen, die die Eier im Boden finden, auch an nahe voneinander gelegenen Plätzen so verschieden, daß der Zeitraum des Schlüpfens 8—14 Tage beträgt. Wenn die eben geschlüpften Tiere sich sofort auf die Wanderung begeben würden, würden sich vom Eiablageplatz viele kleine Gruppen auf den Weg machen. Es könnten also keine Massenzüge entstehen. Wenn hinwiederum die Tiere erst von einer bestimmten Altersstufe an wandern würden, könnte es wiederum zu keiner Wanderung kommen. Statt dessen sehen wir, daß ungefähr 8 Tage nach dem Schlüpfen der ersten Larven sich am Eiablageplatz der Zug in Bewegung setzt. Dann wandern aber sämtliche Tiere, eben geschlüpfte wie 8 tägige, die sich schon im 2. Larvenstadium befinden. Es zeigt sich also, daß das Wandern erst dann einsetzt, wenn eine Menge Larven am Eiablageplatz vorhanden sind. Dies steht im entfernten Zusammenhang mit der Tatsache, daß einzelne Tiere niemals wandern. So ist gewährleistet, daß von Anbeginn an nur größere Schwärme sich auf den Weg machen. Die geschlüpften Tiere warten gleichsam auf die, die noch schlüpfen werden, um dann gemeinsam loszuziehen. Es findet ein Sammeln vor dem Aufbruch statt.

Am Eiablageplatz halten sich bereits von der Zeit, wenn die ersten Tiere schlüpfen, an die Larven in kleinen Gruppen zusammen. Diese kleinen Gruppen entstehen an den Orten, an denen sich eine Anhäufung von Eiröhren befindet, aus den Tieren, die gleichzeitig schlüpfen. Indem diese kleinsten Gruppen sich mit einander vereinigen und dann zu immer größeren Einheiten zusammen verschmelzen, entstehen schließlich die großen Lager, die sich plötzlich am Eiablageplatz in Bewegung setzen.

Die Vereinigung der kleinen Gruppen und Züge zum gemeinsamen Wanderzug läßt sich aus dem Zusammenwirken von Aggregationstrieb und Nachahmungstrieb erklären. Der Aggregationstrieb verhindert, daß Gruppen von Tieren, die auf einander stoßen, sich wieder trennen, der Nachahmungstrieb läßt nicht zu, daß Tiere, die aus verschiedener Richtung auf einander stoßen, durcheinanderfluten. Wie die Vereinigung von kleinen Gruppen zum gemeinsamen Zuge vor sich geht, läßt sich an folgendem Beispiel zeigen, das aus der Fülle des Beobachtungsmaterials herausgegriffen ist.

Larven des 1. und 2. Stadiums. 31. III. 29. (Abb. 53.)

Ein geschlossenes Lager, ca. 4 m breit, zieht in ruhigem Zug in süd-östlicher Richtung. In ca. 100 m Entfernung in der Zugrichtung wird mit Flammenwerfern gearbeitet. Von dort flieht eine dünne aufgeregte Schar. Unser Zug stößt auf die Flüchtlinge. Die vordersten Tiere stutzen und machen halt, es rücken unterdessen von hinten Tiere nach. Die vorderste Front des Zuges kommt zum Stehen. Dann sieht man sie plötzlich in die neue Richtung abschwanken. Die Tiere ziehen in gemeinsamen Zuge zurück. Die aufgeregten Flüchtlinge haben den Zug zur Umkehr veranlaßt und ihm ihre Richtung aufgezwungen.

Das hier angeführte Beispiel zeigt in kleinen leicht zu übersehenden Verhältnissen, wie der Wanderzug aus dem Zusammenschluß vieler kleiner Gruppen entsteht.

Nun wird auch die Erscheinung klar, daß durch Bekämpfungsmaßnahmen (Flammenwerfer, Sprengen) zerstreute und auseinandergestobene

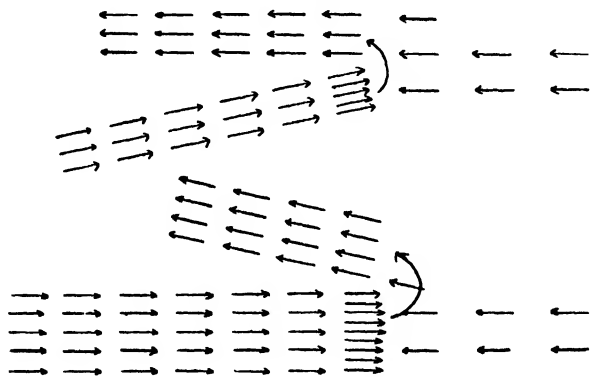


Abb. 53. Veronigung zweier Züge, die in entgegengesetzter Richtung aufeinander stoßen  
Erklärung im Text.

Reste von Zügen sich stets wieder im Laufe weniger Tage zum gemeinsamen Zug zusammenschließen. Denn Gruppen die auf einandertreffen, vereinigen sich und es besteht die Chance, daß im Laufe einiger Tage die zerstreuten Reste sich zusammenfinden.

### c) Das Problem der Zugrichtung.

Es stellte sich die überraschende Tatsache heraus, daß im gesamten von Heuschrecken befallenen Gebiet auf einer Fläche von mehreren 100 qkm fast sämtliche Züge in derselben Richtung zogen, nämlich ungefähr nach Osten, d. h. Nordosten, Osten, Südosten. Diese allgemeine Zugrichtung bestand vor allem im Gebirge und war unverändert während eines Zeitraumes von 5 Wochen zu beobachten, vom Beginn der Wanderung bis zum Auftreten der geflügelten Tiere. In der Jordanebene war die Zugrichtung nicht so konstant und es konnten auch andere Zugrichtungen festgestellt werden, z. B. Westen, Süden und Norden. Jedoch

handelte es sich in der Ebene vergleichsweise mit dem Gebirge um verhältnismäßig kleine Züge, die vielfach durch Bekämpfungsmaßnahmen beunruhigt worden waren.

Es scheint mir ausgeschlossen, die Zugrichtung als rein zufällig anzunehmen. Denn es handelte sich ja auf einem weiten unübersehbaren Gebiet im Gebirge um viele von einander unabhängige Züge, die alle wochenlang in derselben Richtung zogen. So kann logischerweise nur angenommen werden, daß irgend eine äußere Kraft die Richtung des Larvenzuges bestimmt. Als solche äußeren Kräfte kommen von vornherein in Betracht: Licht, Schwerkraft und Wind. Im folgenden sollen die Wirkungen der äußeren Naturkräfte auf die Richtung des Larvenzuges untersucht werden.

#### 1. Das Licht.

Es wäre denkbar, daß die Larven durch den morgendlichen Sonnenstand im Osten phototaktisch in diese Richtung geleitet werden. Damit wäre aber nur die Zugrichtung am Morgen erklärt. Später verändert die Sonne ihren Standort und wir müßten dann annehmen, daß die weitere Orientierung während des Tages photomenotaktisch erfolgt, und zwar müßten die Fixierorte im Laufe des Tages so über die Netzhaut wandern, daß die Orientierung stets nach Osten geschieht. Für diese Aufnahme fehlt natürlich jeder Anhaltspunkt.

Zudem war morgens vielfach die Beobachtung zu machen, daß auch schon vor Sonnenaufgang sich ein kleiner Teil der Tiere in langsamer Wanderung ostwärts befand. Wenn das auch damit zu erklären wäre, daß bereits vor Sonnenaufgang der Himmel im Osten am hellsten ist, so ist darauf hinzuweisen, daß die Orientierung nach Osten auch erfolgte, wenn der Himmel gerade im Osten bewölkt war. So scheint es mir unmöglich, das Licht als richtenden Reiz für die Orientierung des Heuschrecken-zuges anzunehmen.

#### 2. Die Schwerkraft.

Wanderung nach Osten bedeutete gleichzeitig Anstieg auf die Berge. Die Larven schlüpfen am Fuß des Gebirges und wanderten dann nach oben. So wäre denkbar, daß die Schwerkraft die Larven leitet, dies wäre einleuchtend, da wir ja nachgewiesen haben, daß Heuschrecken im allgemeinen negativ geotaktisch reagieren. Dieser Annahme stehen jedoch viele Schwierigkeiten entgegen. Die Larven müßten stets das steilste Gefälle bevorzugen. Statt dessen sehen wir sie z. B. in einem Talgrund eine verhältnismäßig schwache Steigung überwinden, wo sie als negativ geotaktische Tiere den Anstieg auf die viel steileren Talwände bevorzugen müßten. Endlich war vielfach die Beobachtung zu machen, daß die Tiere nach abwärts liefen, wenn ein Abfall des Geländes in ihrer Bahn lag. So kletterten sie beim Überschreiten eines Tales senkrechte Felswände nach abwärts. Es erscheint also unmöglich, daß die Schwerkraft, d. h. das Gefälle der Landschaft, die Richtung des Larvenzuges bestimmt.

### 3. Der Wind.

In den von den Heuschrecken durchzogenen Gegenden herrschten vielfach Westwinde, die Zugrichtung nach Osten wäre damit erklärt, daß die Larven stets mit Rückenwind marschieren. Diese Annahme schien mir lange Zeit die Lösung des Problems. So beobachtete ich am 1. IV. 29 (vgl. Abb. 54) die Larven in einigen Talsystemen. Es herrschte schwacher Ostwind, der aber im Tal so abgelenkt wurde, daß am Grund

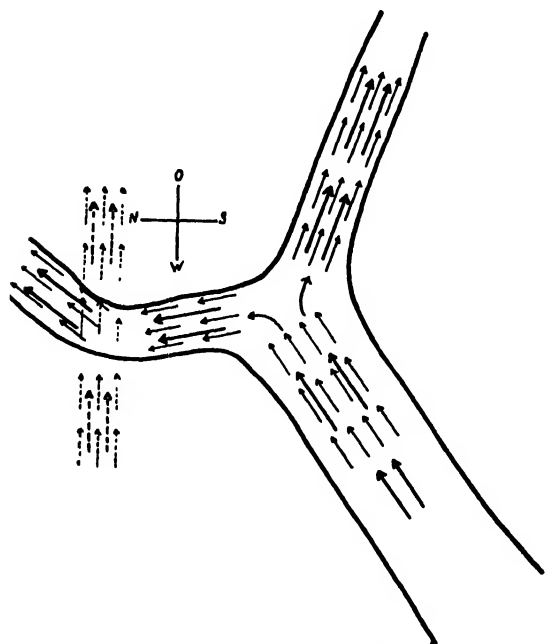


Abb. 54. Zugrichtung der Larven in einem Talsystem. Die kleinen Pfeile bezeichnen die Zugrichtung, die großen die Windrichtung.

der Täler der Wind all-orts in der Talrichtung strich. Es stellte sich nun heraus, daß die Larven überall mit dem Wind genau in der Talrichtung zogen. An der mit punktierten Pfeilen charakterisierten Stelle hatte sich der Wind nach  $\frac{3}{4}$  Stunden in einen reinen Westwind gedreht. Die Larven überschritten nun, wieder genau mit Rückenwind, das Tal und zogen in genau östlicher Richtung den Talhang hinauf.

Am folgenden Tag (Abb. 55) herrschte stärkerer Nordwestwind, der auch in den Tälern in seiner Richtung nicht abgelenkt wurde. Die all-

gemeine Zugrichtung war nach Südost, also wieder genau mit Rückenwind.

Am 15. IV. 29 beobachtete ich in der Ebene kleine Züge von Larven des 3. und 4. Stadiums. Die Zugrichtung war

- um 7<sup>h</sup> nach O bei W-Wind,
- um 8.48<sup>h</sup> nach NNW bei SSO-Wind,
- um 10.30<sup>h</sup> nach NNO bei SSW-Wind,
- um 11<sup>h</sup> nach SSO bei SSW-Wind,
- um 11.10<sup>h</sup> nach WSW bei SSW-Wind.

Die 2 letzten Angaben lassen sich vielleicht so erklären, daß die Tiere durch Bekämpfungsmaßnahmen in der Nähe gestört wurden.

Denn plötzlich, um 10.45<sup>h</sup>, ohne ersichtlichen anderen Grund, begannen die Tiere, einen großen Bogen mit etwa 50 m Radius einzuschlagen, wobei sie von NNO über SSO die Richtung WSW einschlugen.

Jedoch stellten sich bald andere Befunde heraus. Am Morgen des 17. IV. 29 zogen die Larven genau nach Osten gegen einen sehr heftigen Ostwind, der an kahlen Stellen die Fortbewegung fast unmöglich machte. Endlich gab es ganze Tage mit Ostwind, an denen die Tiere stets gegen den Wind zogen.

Wenn so auch viele Tatsachen dafür sprechen, daß die Richtung der Wanderzüge durch den Wind bestimmt wird, so kann allerdings dieser Beweis erst dann als vollkommen gelungen angesehen werden, wenn die widersprechenden Befunde eine zwanglose Erklärung finden.

Unter der Annahme, daß die Orientierung des Wanderzuges ausschließlich durch äußere Kräfte erfolgt, schienen Versuche mit Einzeltieren, die abseits vom Zuge an Stellen, an denen sich keine Heuschrecken befanden, ausgesetzt wurden, erfolgversprechend zu sein. Die Verhältnisse sind auf diese Weise viel klarer zu übersehen und es schien auch so eine Möglichkeit geboten zu sein, die Naturkräfte künstlich zu verändern, etwa durch Spiegelung der Sonne aus einer anderen Richtung auf die Tiere, oder durch künstliche Erzeugung eines Luftstromes. Es stellte sich aber heraus, daß Einzeltiere garnicht wandern und sich solitär ganz anders benehmen als innerhalb des Schwarmes.

So stellte ich diese Versuche mit kleinen Gruppen von Tieren an. Je 20—30 Tiere wurden aus einer Fanggrube in einer Schachtel herausgenommen und in der Nähe in Freiheit gesetzt. Das Ergebnis zeigen folgende Tabellen: (Siehe Tabellen auf S. 554.)

Aus diesen Versuchen, namentlich aus den in den Mittagsstunden angestellten, geht aufs deutlichste hervor, daß die Orientierung der Larven stets gegen den Wind erfolgte. Dies Ergebnis steht im Widerspruch mit den oben besprochenen Befunden, wonach die Heuschrecken sich meist in der Windrichtung mit dem Winde orientieren. Nun braucht ja die Orientierungsweise einiger weniger Tiere und eines großen Schwarmes nicht identisch zu sein und die Anemotaxis könnte einmal ein positives, einmal ein negatives Vorzeichen haben. Andererseits schließen diese Befunde aber auch nicht mit Sicherheit aus, daß die Orientierung gar nicht nach dem Wind erfolgt, sondern daß sie von einer Kraft geleitet ist, deren Wirkung bisher der Forschung entgangen ist.

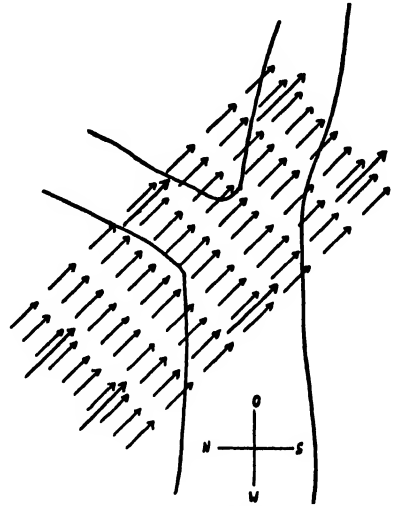


Abb. 55. Zugrichtung der Larven in einem Talssystem. Die kleinen Pfeile bezeichnen die Zugrichtung, die großen die Windrichtung.

Orientierung von Larven des 5. Stadiums, die an einem von Heuschrecken freien Platz ausgesetzt wurden. Jeder Versuch wurde mit 20–30 frischen Tieren angesetzt.

Morgens 8–9<sup>h</sup>, Lufttemperatur ca. 30 ° C, starker Wind. 5. V. 29.

Sonnenstand	Windrichtung	Wanderrichtung
1. OSO	()	SO
2. OSO	()	O
3. OSO	()	$\frac{2}{3}$ O, $\frac{1}{3}$ N
4. OSO	()	$\frac{1}{4}$ O—OSO, $\frac{1}{4}$ N und W
5. OSO	()	$\frac{4}{5}$ O—OSO
6. OSO	()	$\frac{3}{4}$ O—OSO, $\frac{1}{4}$ S
7. OSO	()	fast alle O—OSO
8. OSO	()	$\frac{2}{3}$ O—OSO, $\frac{1}{3}$ nach anderen Richtungen.
Nach O kriechende Tiere rasch und zielsicher, andere unent <sup>nt</sup> lassen. charak.		
9. OSO	()	$\frac{3}{4}$ O, $\frac{1}{4}$ W und L.
10. OSO	()	$\frac{2}{3}$ O—OSO, $\frac{1}{3}$ nach anderen Richtungen.

Mittags 12.30–1.30, Lufttemperatur ca. 40 °, Bodentemperatur ca 48 °.  
5. V. 29.

Sonnenstand	Windrichtung	Wanderrichtung
1. S	S	S und SO
2. S	SSO	$\frac{2}{3}$ S, $\frac{1}{3}$ O
3. S	windstill	$\frac{1}{2}$ O, $\frac{1}{2}$ N und W
4. S	SO	$\frac{1}{2}$ O, $\frac{1}{2}$ S
5. S	O	O
6. S	()	zuerst S, dann Abbiegen nach O
7. S	O	alle nach O
8. S	SO	fast alle nach SO
9. S	SO	S—SO
10. S	SO	zuerst nach allen Seiten, dann nach SO
11. S	SO	$\frac{1}{2}$ SO.

So möchte ich die Diskussion über die Orientierung des Larvenzuges mit folgendem Ergebnis schließen: Licht und Schwerkraft bilden sicherlich nicht die orientierenden Kräfte. Dagegen gibt es viele Anhaltspunkte dafür, daß sich die Larven nach dem Wind orientieren. Jedoch sind die Resultate noch zu widersprechend, um einen Beweis zu bilden. Ich hoffe, daß eine erneute Gelegenheit mir die Weiterverfolgung dieses Problems und hoffentlich seine Lösung gestatten wird.

## K. Zusammenfassung.

1. Zuchten von Eipaketen der afrikanischen Wanderheuschrecke unter verschiedenen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit ergaben, daß ein Massenschlüpfen nur innerhalb eines eng begrenzten Klimaraumes stattfindet. Eine Temperatur von 30° C und 100% Luftfeuchtigkeit stellen das Optimum dar. Unter anderen Bedingungen schlüpfen um so weniger Larven, je weiter sich dieselben vom Optimum entfernen. Diese Versuche ergaben den Schlüssel zur Massenvermehrung der Wanderheuschrecke. Nur nach genügendem Regenfall zur Zeit der Eiablage kann eine Massenvermehrung entstehen. Wahrscheinlich sind wenigstens zwei günstige Jahre erforderlich, bevor ein großer Wanderschwarm entsteht.
2. Die Körpertemperatur von *Schistocerca gregaria* hängt nur bei Fehlen direkter Sonnenstrahlung von der Außenwärme ab. Sonst steigt sie schnell auf ungefähr 40° C und etwas darüber. Diese Temperatur stellt gleichzeitig ein Aktivitäts- und Entwicklungsoptimum dar. Zur Erleichterung der Aufnahme der Sonnenstrahlen am Morgen sowie zu ihrer Verminderung am Mittag findet durch Einnahme bestimmt gerichteter Stellungen eine aktive Temperaturregulation statt. Eine Unterkühlung kam bei der Wanderheuschrecke nicht zur Beobachtung.
3. Die Aktivität der wandernden Larvenzüge hängt in weitestem Umfange von der Außentemperatur ab. In dem Stundenplan S. 467 ist diese Abhängigkeit zusammengefaßt.
4. Untersuchungen der Aktivität im Laboratorium ergaben, daß bei 4—5° C die Kältestarre, bei 20—26° die normale Aktivität, bei 43—44° die höchste Erregung, bei 49—50° die Wärmeparalyse und bei 51° C der Wärmetod beginnen.
5. Die eiablegenden Imagines und die ersten Larvenstadien besitzen mit ca. 29° C die niedrigste Vorzugstemperatur, die bis zu den neu geschlüpfen Imagines mit 39° C ansteigt. Da das erste Larvenstadium auch im Mai, d. h. zur gleichen Zeit mit den Untersuchungen der Imagines, dieselbe Temperatur wie im März ergab, so hängt diese Verschiebung der Vorzugstemperatur nicht von der Veränderung der Außenwärme, sondern von Verschiebungen im physiologischen Habitus der Stadien ab.
6. Gasstoffwechseluntersuchungen der verschiedenen Stadien ergaben für verschiedene Temperaturen, analog den Ergebnissen von Krogh und v. Buddenbrock, im normalen Wärmebereich eine annähernde Gerade, die bei den Temperaturen unter 10—15° C, sowie über 38° C Ablenkungen zeigt und wohl am ehesten einer flach logarithmischen Kurve entspricht. Während der O<sub>2</sub>-Verbrauch pro Individuum von Häutung zu Häutung wächst, sinkt — entsprechend dem Oberflächengesetz von



Rubner — der Stoffwechsel pro Gewichtseinheit. Im Hungerstoffwechsel findet die geringste Gewichtsabnahme und die längste Lebensdauer in feuchter Umgebung statt.

7. Die Färbung der verschiedenen Larvenstadien der Wanderphase wird beschrieben.

Das Wachstum erfolgt derart, daß eine Häutung nach einer Gewichtsverdoppelung stattfindet, nur in einem Stadium erfolgt sie erst nach einer Vervierfachung des Gewichtes. Die Geschlechtsreife der weiblichen Imagines erfolgt erst nach einer neuen Verdoppelung des Gewichtes.

Gewichtsstatistische Untersuchungen zeigen, daß während der Diapause die Gewichtsrelation des Körpergewichts zu der Flugfläche oder den Springbeinen sich stark zuungunsten der Weibchen verschiebt. Bei 30° C dauerte die Larvenentwicklung 30 Tage. Die Lebensdauer von *Schistocerca gregaria* beträgt 1 Jahr, wovon 10 Monate auf das Imaginalstadium entfallen. Die Geschlechtsreife tritt in der Regel erst im nächsten Frühjahr ein.

Entwicklungsstadien der solitären Phase wurden nur vereinzelt angetroffen; Untersuchungen über die Phasentheorie wurden nicht angestellt. Die Eizahl schwankt pro Eipaket zwischen 40 und 100. Wahrscheinlich finden zwei Eiablagen derselben Weibchen statt.

Die Gründe, welche zu dem regelmäßigen Aussterben von *Schistocerca gregaria* in den Invasionsländern führen, werden — soweit es unsere geringen heutigen Kenntnisse gestatten — besprochen. Von natürlichen Feinden wurden *Chortophila cilicrura* Rond. (Dipt. Anthomyid.) und *Stommatorrhina lunata* F. (Dipt. Muscid.) massenhaft aus den Eipaketen erzogen. Die geflügelten Schwärme wurden von großen Storchflügeln gierig betallen.

Die Bekämpfung, welche auf Grund der von der Bücherschen Expedition in Kleinasien ausgearbeiteten Grundsätze erfolgte, leistete — besonders mit dem Zinkblechverfahren — gute Arbeit.

8. Die Richtungsbewegungen der Heuschrecken lassen sich in eine Anzahl Taxien auflösen. Bei bestimmten Temperaturen erfolgt eine eindeutige Orientierungsreaktion auf Licht und Schwerkraftreize.

Die so zweckmäßig und sinnvoll anmutenden Bewegungsreaktionen der Heuschrecken lassen sich rein reflektorisch deuten.

Dagegen läßt sich das Phänomen der Massenansammlungen nicht rein sinnesphysiologisch erklären. Vielmehr kann man in zahlreichen Reaktionen das Wirken zweier sozialer Triebe erkennen: eines Aggregationstriebes und eines Imitationstriebes. Das Phänomen der Massenbewegungen sowie das Problem der Entstehung der Züge läßt sich aus dem Zusammenwirken dieser Triebe deuten.

Die Zugrichtung der Larven war allerorts dieselbe (Osten). Es muß angenommen werden, daß eine äußere Kraft den Wanderzug orientiert.

Licht- wie Schwerkräftenreize sind ohne Einfluß auf die Zugrichtung, dagegen stellt möglicherweise der Wind die orientierende Kraft dar. In den meisten beobachteten Fällen wanderten die Larven genau mit dem Wind.

### Zusammenstellung der wichtigsten Literatur.

- Bodenheimer, F. S., A Contribution to the Study of the Desert Locust (*Schistocerca gregaria* Forsk.). Hadar Vol. II. Nr. 7. 1929. Tel Aviv.
- Bücher, H., Die Heuschreckenplage und ihre Bekämpfung. Berlin 1918.
- Gough, Report on the great invasion of locusts in Egypt in 1915, Min. of Agric., Egypt. Cairo 1916.
- Johnston, H. B., A further contribution to our knowledge of the bionomics and control of the migratory locust in the Sudan. Bull. Ent. Dept. Wellcome Trop. Res. Lab. 22. 1926.
- King, H. H., The migratory locust (*Schistocerca peregrina*) and its control in the Anglo-Egyptian Sudan. Ibidem 3. 1915.
- Künckel d'Herculais, Invasions des Acridiens vulgo Sauterelles en Algérie. Alger. 2 Vols. 1893—1905.
- Uvarov, B. P., Locusts and Grasshoppers. London 1928.
- Vosseler, J., Die Wanderheuschrecken in Usambara im Jahre 1903/04, zugleich ein Beitrag zu ihrer Biologie. Ber. l.d. und Forstw. D.-Ostafrika. II. 291—374.

# Über die Entwicklung der Bezeichnungsweise für die Flugstämme periodisch auftretender Insekten.

Von

**Heinrich Prell** (Tharandt).

---

Unter den wirtschaftlich bedeutungsvollen Insekten befindet sich eine nicht geringe Anzahl von Arten, welche eine mehrjährige Entwicklung durchlaufen. Für diese Insekten ist es charakteristisch, daß die im einen Jahre auftretenden Vollkerfe nicht Abkommen der Vollkerfe des unmittelbar vorangegangenen Jahres sind, sondern von Eltern abstammen, welche in einem länger zurückliegenden Jahre als Vollkerfe in Erscheinung getreten sind; sie besitzen somit keine einfache Generationsfolge, sondern eine zusammengesetzte Generationsfolge. Da nun die Entwicklungsdauer örtlich ziemlich konstant zu sein pflegt, ist es unter Umständen möglich, ebensoviele Flugstämme der betreffenden Art zu unterscheiden, wie die Art Jahre zu ihrer Entwicklung braucht. Weiter kommt es sehr häufig vor, daß an einem bestimmten Orte einer von den theoretisch denkbaren Flugstämmen durch besonders hohe Individuenzahl auffällt (Hauptflugstamm), während die anderen Flugstämme (Nebenflugstämme) eine geringere Individuenzahl besitzen oder überhaupt nicht nachweisbar sind; praktisch spielen naturgemäß die Erscheinungsjahre der Hauptflugstämme, die Hauptflugjahre (Schwarmjahre), eine große Rolle, weil sie unter Umständen als Kalamitätsjahre erscheinen können. Die Kenntnis der Hauptflugjahre von Schadinsekten an einem Ort, in Verbindung mit der Kenntnis von der örtlichen Entwicklungsdauer, gibt schließlich die Grundlage für die Voraussage von bestehenden Massenvermehrungen und für die Vorbereitung von Bekämpfungsmaßnahmen. Aus diesen Gründen finden sich denn auch im Schrifttume reichlich Angaben über das Auftreten von solchen periodisch erscheinenden Insekten.

Für die verschiedensten Zwecke ist es nun notwendig, die in Betracht kommenden Flugstämme von Insekten mit mehrjähriger Generation kurz zu bezeichnen. Das ist dementsprechend denn auch in vielen Veröffentlichungen geschehen, und zwar ist die Bezeichnung, welche die

Flugstämme schädlicher Insekten in solchen Fällen gefunden haben, sehr mannigfaltig. In der Art und Weise der Bezeichnung läßt sich dabei deutlich eine, allerdings überraschend langsame, Weiterentwicklung bezüglich ihrer Zweckmäßigkeit verfolgen. Dieser nachzugehen und dabei zugleich zu einer Vereinheitlichung der Bezeichnungsweise beizutragen, soll im folgenden versucht werden.

Ursprünglich knüpfte sich die Flugstammbezeichnung unmittelbar an die Jahreszahlen der Flugjahre an, bei deren Benutzung in verschiedener Weise vorgegangen wurde.

Die einfachste Möglichkeit der Flugstammkennzeichnung bestand darin, daß man kurzerhand ein einzelnes Jahr, in welchem ein Flugstamm in bemerkenswertem Umfange auftrat oder gar eine Kalamität verursachte, zur Bezeichnung dieses Flugstammes verwendete. Diese Methode der Bezeichnung von Flugstämmen nach einzelnen Flugjahren, wie sie gelegentlich angewandt wurde (G. B. Smith), kann nicht befriedigen, weil sie eine Kenntnis der örtlichen Entwicklungsdauer des Insekts voraussetzt und weil obendrein in demselben Jahre Flugstämme der gleichen Art von verschiedener Entwicklungsdauer ihren Flug haben können. Unter dem Flugstamm „1868“ der Periodischen Cicade Nordamerikas würde beispielsweise sowohl ein Stamm der 17-jährigen Rasse der Periodischen Cicade (1851 nach Smith), als auch ein Stamm der 13-jährigen Rasse derselben Art (1842 nach Smith) verstanden werden können. Überdies kann die Wahl verschiedener Flugjahre des gleichen Flugstammes zur Bezeichnung dieses Flugstammes leicht zu Unübersichtlichkeit führen.

In der Regel wird daher bei Verwendung von Jahreszahlen nicht nur ein Flugjahr angegeben, sondern es werden deren mehrere genannt, welche sich aus der Zusammenfassung des wiederholten Auftretens desselben Flugstammes am gleichen Orte ergeben, und welche naturgemäß für den betreffenden Flugstamm charakteristisch sind. Die Methode der Bezeichnung von Flugstämmen nach Flugjahrfolgen beruht somit darauf, daß man eine abgekürzte Reihe von tatsächlich beobachteten Flugjahren zur Charakterisierung eines Flugstammes wiedergibt. Man spricht dann also beispielsweise beim einheimischen Maikäfer von einem örtlichen Flugstamme 1856/59/62, einem örtlichen Flugstamme 1875/79/83, einem örtlichen Flugstamme 1901/04/07, usw. Diese Bezeichnungsweise nach abgekürzten Flugjahrfolgen ist noch heute sehr verbreitet, und wird auch in neueren Veröffentlichungen in der Regel verwendet. Als befriedigend kann diese Methode aber nur für Einzelangaben gelten, da bei vergleichenden Untersuchungen über die Flugjahre an verschiedenen Orten die Zusammenstellung von exakt ermittelten Jahresfolgen ein recht unübersichtliches Bild gibt. Erst die Ableitung längerer Jahresfolgen läßt beispielsweise erkennen, daß von den soeben willkürlich gewählten Flugjahrfolgen die erste und die letzte miteinander identisch sind. Entsprechende Fälle ergeben sich praktisch naturgemäß in ungemessener Zahl.

Unter diesen Umständen machte es sich nötig, von der Verwendung der Jahreszahlen selbst zur Charakterisierung von Flugstämmen ganz abzusehen und eine anderweitige Bezeichnung der Flugstämme zu versuchen. Zwei ihrer Natur nach sehr verschiedene Wege werden zu diesem Ziele eingeschlagen.

Am nächsten lag es vielleicht, den einzelnen Flugstämmen besondere Bezeichnungen beizulegen, eine Methode, welche demgemäß auch des öfteren angewandt wurde.

Von manchen Autoren wurden die Flugstämme periodischer Insekten mit Eigennamen versehen; diese wurden dabei nach gewissen Örtlichkeiten, an welchen das Auftreten der betreffenden Flugstämme sehr charakteristisch war, gewählt. Der älteste Fall einer solchen Bezeichnung von Flugstämmen nach dem Orte des Vorkommens dürfte die Benennung der Flugjahrsfolgen des Maikäfers in der Schweiz sein. Bei dreijähriger Generation des Maikäfers kommen dort drei Flugjahrsfolgen in Betracht, welche von O. Heer als Bernerflugjahr (1834), Urnerflugjahr (1835) und Baselerflugjahr (1836) gekennzeichnet wurden. Für lokalfaunistische Angaben ist diese Bezeichnungsweise zweifellos recht zweckmäßig. Für zusammenfassende Untersuchungen allgemeineren Charakters dürfte sie aber deshalb ungeeignet sein, weil es demjenigen, welcher die Flugverhältnisse in dem gerade als charakteristisch hervorgehobenen Orte nicht aus eigener Erfahrung oder aus Angaben des *Stammes* kennt, unmöglich ist, von der Flugstammbezeichnung zur Flugjahrsfolge oder umgekehrt eine Brücke zu finden.

Andere Autoren wählten zur Bezeichnung der verschiedenen Flugstämme Ziffern. Die Gesichtspunkte, nach welchen sie diese Numerierung vornahmen, waren dabei recht verschieden.

Zunächst wurden die tatsächlich vorliegenden Beobachtungen über das Auftreten der Flugstämme der Bezifferung zugrunde gelegt. Jedem einzelnen exakt festgestellten Flugstamme einer bestimmten Art wurde also eine Nummer gegeben.

Diese Numerierung konnte einerseits ihrem Charakter nach ganz dem Zufall überlassen bleiben, also etwa in der Reihenfolge erfolgen, in welcher die Flugstämme ermittelt worden waren. Unter diesen Umständen konnten die Nummern jedem Flugstamme dauernd verbleiben, da jedem neu entdeckten Flugstamme eben eine neue Nummer gegeben wurde (Fitch). Die Folge dieses Vorgehens war aber dann, daß ganz von selbst bald jeder Zusammenhang zwischen Jahresfolge und Nummernfolge verloren gehen mußte.

Die Numerierung konnte anderseits auch Rücksicht nehmen auf die zeitlichen Beziehungen der Flugjahre zueinander. Sie erfolgte dann in der Reihenfolge des Auftretens der Flugstämme nach einem bestimmten vorher willkürlich festgelegten Termine. Als solcher wurde beispielsweise bei der Periodischen Cicade Nordamerikas das Jahr 1868 gewählt

(Riley), weil dieses ein besonders auffälliges und bedeutungsvolles Flugjahr war. Diese Methode schien auf den ersten Blick recht zweckmäßig zu sein, bewährte sich aber durchaus nicht. Bei ihrer Anwendung mußte man damit rechnen, daß die Ermittlung eines neuen Flugstammes die ganze Numerierung umstoßen und die größte Verwirrung anrichten konnte; ein Vergleich der Flugstammbezeichnungen von Walsh & Riley (1868) und von Riley (1869) läßt diese Schattenseite nur zu deutlich hervortreten.

Beiden Verfahren der Bezifferung der exakt ermittelten Flugstämme haftete noch der Übelstand an, daß die Numerierung ausschließlich auf die Erscheinungsjahre der Flugstämme abgestellt war. Es wurde also nicht besonders darauf Rücksicht genommen, daß die Entwicklungsdauer örtlich oder bei verschiedenen Rassen ungleich sein konnte, sondern einfach so verfahren, daß gegebenenfalls im gleichen Jahre auftretende Flugstämme von verschiedenem Entwicklungscyclus mit aufeinander folgenden Ziffern belegt wurden. So ergab sich von selbst, daß wie bei der Belegung mit Eigennamen, so auch jetzt bei der Bezifferung der Flugstämme die Benutzung eines besonderen Schlüssels notwendig war, um von der Nummer eines Flugstammes zu der Jahresfolge seines Auftretens zu gelangen und umgekehrt. Beide Verfahren mußten also letzten Endes als verfehlt gelten, weil sie zu keinem klaren und eindeutigen Ergebnis führten.

Weiterhin wurden dann nicht nur die tatsächlich beobachteten Flugstämme einer Art, sondern alle theoretisch denkbaren Flugstämme derselben von Anfang an berücksichtigt (Marlatt). So ließ sich erreichen, daß bei voller Erhaltung der zeitlichen Reihenfolge Umnumerierungen endgültig vermieden wurden. Als Ausgangsjahr der Flugstammbezifferung bei der Periodischen Cicade wurde dabei das Jahr 1893 gesetzt, weil mit diesem Jahre längere Folgen von tatsächlich beobachteten Flugjahren verschiedener Stämme beider Rassen dieser Art begannen. Sodann wurden die beiden Rassen mit verschiedener Entwicklungsdauer bei der Numerierung scharf voneinander getrennt, indem Marlatt den 17 möglichen Flugstämmen der 17-jährigen Rasse die Nummern I bis XVII, den 13 Flugstämmen der 13-jährigen Rasse die Nummern XVIII bis XXX gab. Obwohl diese Bezeichnungsweise sich offenbar gut eingebürgert hat, kann sie nur als wenig befriedigend gelten. Die Zusammenfassung der Nummern für mehrere Rassen von verschiedener Entwicklungsdauer in einer Zahlenreihe und die Festlegung des Anfanges für die Numerierung auf ein höchstens dem Sachkundigen geläufiges Jahr sind dafür verantwortlich, daß auch hier der Zusammenhang zwischen Flugstammbezeichnung und Flugjahren nicht offenkundig hervortritt.

Ohne eine besondere Bezeichnung der Flugstämme und ohne Angabe von Jahreszahlen kann man schließlich auskommen, wenn man nur gewisse Besonderheiten der charakteristischen Flugjahrfolgen hervorhebt.

So kann man bei Insekten mit 2-jähriger Generation solche mit einer Folge geradzahlgiger und solche mit einer Folge ungeradzahlgiger Flugjahre unterscheiden. Bei Insekten mit 3-jähriger Generation gibt es Flugstämme, deren Flugjahre bei der Division mit 3 keinen Rest, den Rest 1 oder den Rest 2 ergeben (Heer). Bei den Insekten mit 4-jähriger Generation bezieht man sich gern auf die Schaltjahre und unterscheidet daher einen Flugstamm, welcher im Schaltjahr fliegt, einen, welcher ein Jahr nach dem Schaltjahr fliegt, einen, welcher 2 Jahre nach oder vor dem Schaltjahre fliegt und einen, welcher ein Jahr vor dem Schaltjahre fliegt. Bei Insekten mit 5-jähriger Generation unterscheidet man in entsprechender Weise die Flugstämme, welche im, ein Jahr nach, 2 Jahre nach, 2 Jahre vor, und ein Jahr vor dem Jahrzehnt oder Jahr fünf auftreten. Diese Bezeichnungsweise ist an sich recht gut, krankt aber an ihrer Umständlichkeit und ist vor allem deshalb nicht günstig, weil sie nur für Insekten mit kürzerer Generationsdauer anwendbar ist, für eine allgemeine Bezeichnungsweise also nicht in Betracht kommt.

Stellt man nun rückschauend die Methoden zusammen, nach welchen versucht wurde, in das Gewirr der Generationsfolgen von Insekten mit mehrjähriger Entwicklungsdauer eine gewisse Ordnung zu bringen, so gelangt man zu der folgenden Übersicht über die Bezeichnungsweise der Flugstämme:

- I. Bezeichnung mit Jahreszahlen.
  - A. Bezeichnung nach einzelnen Flugjahren.
  - B. Bezeichnung nach Flugjahrfolgen.
- II. Bezeichnung ohne Angabe von Jahreszahlen.
  - A. Schaffung besonderer Bezeichnungen der Flugstämme.
    1. Bezeichnung nach dem Ort des Vorkommens.
    2. Bezeichnung mit Ziffern.
      - a) Bezifferung der exakt ermittelten Flugstämme.
        - a) Bezifferung in der Reihenfolge der Ermittlung.
        - β) Bezifferung in der Reihenfolge des Auftretens nach einem willkürlich festgelegten Termine.
      - b) Bezifferung aller theoretisch möglichen Flugstämme in der Reihenfolge des Erscheinens nach einem willkürlich festgelegten Termin.
  - B. Kennzeichnung nach besonderen Eigenschaften der Jahreszahlen einzelner Flugjahrfolgen.

Ein Blick auf die Übersicht läßt erkennen, daß die Bearbeiter von periodischen Insekten sich immer wieder vor das Problem der Flugstammbezeichnung gestellt sahen und immer neue Wege zu seiner Lösung einschlugen. Die vorangegangene Erörterung hat nun gezeigt, daß keiner der bisherigen Lösungsversuche als geglückt gelten kann. Es läßt sich aber vermuten, das auf Grund der Zusammenstellung der bisherigen Ver-

suche ein gangbarer Weg zu einer einheitlichen und zweckmäßigen Ausdrucksweise gefunden werden kann.

Unter Berücksichtigung der Einwürfe, welche gegen die verschiedenen bisher verwendeten Methoden zur Bezeichnung der Flugstämme von periodischen Insekten gemacht werden mußten, lassen sich einige Forderungen aufstellen, welchen eine befriedigende Bezeichnungsweise der Flugstämme genügen muß, nämlich:

1. Eindeutige und endgültige kurze Bezeichnung eines jeden Flugstammes;
2. Mühelose Ableitbarkeit einerseits einer Flugjahrfolge von der gegebenen Bezeichnung des Flugstammes, andererseits der Bezeichnung des Flugstammes von einer gegebenen Flugjahrfolge;
3. Gleichmäßige und einheitliche Anwendbarkeit der Bezeichnungsweise auf alle periodischen Insekten.

Die Erfüllung dieser Forderungen ist dann erreicht, wenn es gelingt, in der Bezeichnung des Flugstammes einen Hinweis auf die Gesamtzahl des in der betreffenden zusammengesetzten Generationsfolge theoretisch möglichen Flugstämme, einen Hinweis auf den Einzelstamm unter den möglichen Flugstämmen und einen Hinweis auf ein charakteristisches Flugjahr dieses Einzelstammes zu geben.

An anderer Stelle<sup>1)</sup> habe ich nun kürzlich auf eine Bezeichnungsweise für die Flugstämme periodischer Insekten hingewiesen, welche diesen Forderungen genügt. Es handelt sich dabei um die Kennzeichnung eines jeden Flugstammes durch eine Doppelziffer.

Die erste Ziffer gibt die Zahl der Jahre der zugrunde liegenden Generationsdauer an und nennt damit zugleich die Gesamtzahl der Flugstämme, welche in Betracht kommen.

Die zweite Ziffer gibt die Ordnungszahl des einzelnen Flugstammes innerhalb der Gesamtzahl der theoretisch möglichen Flugstämme an. Dabei wird grundsätzlich als Ausgangsjahr für die Numerierung der verschiedenen Flugstämme von gleicher Generationsdauer das erste Jahr nach der letzten Jahrhundertwende gewählt. So erhält die zweite Ziffer zugleich den Charakter eines unmittelbaren Hinweises auf ein bestimmtes Flugjahr, da die Ordnungszahl des Flugstammes den beiden letzten Stellen der Jahreszahl des ersten Auftretens des Flugstammes nach 1900 entspricht. Von dieser Jahreszahl aus läßt sich dann aber mit Hilfe der Generationsdauer leicht jedes andere Flugjahr ermitteln. Andererseits ist die Ordnungszahl des zugehörigen Flugstammes aus jeder Jahreszahl leicht abzuleiten, weil sie bei Jahreszahlen nach 1900 sich bei Division der Zahl über 1900 durch den Wert für die Generationsdauer

<sup>1)</sup> Prell, H., Die Vereinheitlichung der Bezeichnungsweise für die verschiedenen Generationsfolgen von Insekten mit mehrjähriger Generation. *Zoolog. Anzeiger*, Bd. LXXXI, 1929, H. 7/10, S. 203—219.



als Rest ergibt, bei Jahreszahlen vor 1900 sich errechnet, wenn man den Abstand des gegebenen Jahres von 1900 durch den Wert für die Generationsdauer dividiert und den übrigbleibenden Rest von dem Wert für die Generationsdauer abzieht.

Zur Vermeidung von Irrtümern ist bei der Schreibung der Flugstammbezeichnung für die Generationsdauer eine lateinische Ziffer, für die Ordnungsnummer eine arabische Ziffer gewählt, welche durch einen Schrägstrich von einander getrennt werden.

Einige Beispiele lassen den Charakter dieser Bezeichnungsweise ohne weiteres erkennen. Der Hauptflugstamm der 17-jährigen Cicade, welcher seit 1634 bekannt ist und 1906 in den atlantischen Staaten wiederum auftrat, heißt danach XVII/6; der Hauptflugstamm der Periodischen Cicade mit der Bezeichnung XIII/7 hat dem gegenüber eine 13-jährige Entwicklungsdauer und flog im Jahre 1907. Die Bezeichnung II/2 bezieht sich auf ein Insekt mit 2-jähriger Entwicklung, das in geradzahligen Jahren, also 1902/04/06, fliegt (z. B. *Saperda populnea* in Sachsen); III/1 betrifft ein Insekt mit 3-jähriger Entwicklung, das in der Jahresfolge 1901/04/07 fliegt (z. B. *Melolontha pectoralis* in Tirol); IV/4 bezeichnet ein Insekt mit 4-jähriger Entwicklung, das in den Schaltjahren, also 1904 08/12, fliegt (z. B. *Melolontha melolontha* in Tharandt); V/4 charakterisiert ein Insekt mit 5-jähriger Entwicklung, das in der Jahresfolge vor den Jahrfünften oder Jahrzehnten, also 1904/09/14 fliegt (z. B. *Melolontha hippocastani* in Danzig).

Die Anwendung dieser neuen Bezeichnungsweise schließt jegliches Mißverständnis aus und dürfte somit geeignet sein, vergleichende Studien über periodische Insekten zu erleichtern.

# Untersuchungen über Schadgebiet und Umweltfaktoren einiger landwirtschaftlicher Schädlinge in Deutschland auf Grund statistischer Unterlagen.

Von

**W. Schnauer, Berlin.**

(Mit 24 Abbildungen.)

## I. Einleitung.

- a) Zweck der Arbeit und ihre Grenzen.
- b) Methodik der Arbeit und der Untersuchungen.
- c) Besondere Schwierigkeiten.

## II. Hauptteil.

### A. Fünf Schädlinge:

- a) Rübenaskäfer.
  - 1. Gesamtverbreitung.
  - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
  - 3. Weitere Untersuchungen.
- b) Zwergzikade.
  - 1. Gesamtverbreitung.
  - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
  - 3. Weitere Untersuchungen.
- c) Ackerschnecke.
  - 1. Gesamtverbreitung.
  - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
  - 3. Weitere Untersuchungen.
- d) Weizenhalmfliege.
  - 1. Gesamtverbreitung.
  - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
  - 3. Weitere Untersuchungen.
- e) Getreideblumenfliege.
  - 1. Gesamtverbreitung, biologische Bemerkungen.
  - 2. Schadgebietskarte und Ergebnisse.
  - 3. Weitere Untersuchungen.

### B. Vergleich der Schädlinge miteinander.

## III. Ergebnisse der Auswertung der Jahresberichte und der Festlegung von Schadgebieten für den Pflanzenschutz.

## I. Einleitung.

### a) Zweck der Arbeit und ihre Grenzen.

Mit der Gründung des Sonderausschusses für Pflanzenschutz der Deutschen-Landwirtschafts-Gesellschaft wurde die Grundlage für die heutige Organisation des deutschen Pflanzenschutzdienstes gelegt. Der Sonderausschuß sollte die Bestrebungen des Pflanzenschutzes zusammenfassen, die praktischen Erfordernisse aufzeigen und zugleich für die Erforschung der wissenschaftlichen Grundlagen der Phytopathologie richtunggebend sein. Der doppelten Aufgabe, der Wissenschaft und der landwirtschaftlichen Praxis zu dienen, suchte man durch Gewinnung von Beobachtern, die das Auftreten aller Krankheitserrscheinungen aufzeichneten, und Weitergabe dieser Aufzeichnungen an die Wissenschaft zur Auswertung gerecht zu werden. Seit 1893 wurden besondere Jahresberichte über das Auftreten von Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen herausgegeben. Diese Organisation ist bei dem Übergange der Funktionen des Sonderausschusses an die Biologische Reichs-Anstalt für Land- und Forstwirtschaft in den Grundzügen beibehalten und ausgebaut worden. Die Hauptstellen für Pflanzenschutz in den einzelnen Ländern und Provinzen sind die Träger der Meldungstätigkeit und stehen zugleich selbst im Dienste der wissenschaftlichen Forschung.

Bisher hat zum großen Teile die Parasitologie im Vordergrund der wissenschaftlichen Untersuchungen stehen müssen, um die Krankheitserreger kennen zu lernen. Mit dem Fortschritt dieser Erkenntnisse wuchs aber zugleich auch die andere, daß man bei einer Bekämpfung bestehender Schaden oder ausgebrochener Krankheiten nicht stehen bleiben könne. Die Aufmerksamkeit hat sich immer mehr darauf gerichtet, vorbeugende Maßnahmen treffen zu können, um so der Praxis die Einleitung von Gegenmaßnahmen vor dem eigentlichen Ausbruch der Schädigungen zu ermöglichen. Bis zu diesem Ziele ist noch ein weiter Weg. Vorher müssen vor allem die Faktoren, von denen das Auftreten der Krankheitserreger abhängig ist, die Abhängigkeitsfaktoren aus der gesamten Umwelt, erforscht werden. Bemerkenswerte Ansätze für die Erkenntnis der Zusammenhänge zwischen Krankheitserreger und seiner Umwelt, zwischen seinem Auftreten und den dasselbe bedingenden Faktoren sind bereits vorhanden. Zur Fortführung und zum Ausbau dieser Ansätze müssen aber nicht nur die verschiedensten Disziplinen Hand in Hand arbeiten, sondern es muß auch das in den Jahresberichten gesammelte Beobachtungsmaterial herangezogen werden, um daraus soweit möglich Erkenntnisse zu schöpfen. Das ist bisher nicht systematisch geschehen.

Die vorliegende Arbeit stellt nun den Versuch dar, aus den in den Jahresberichten der Jahre 1893—1927 aufgezeichneten Meldungen festzustellen, ob bestimmte Krankheitserreger gewisse Gegenden innerhalb Deutschlands bevorzugen, womöglich diese Gebiete kartographisch fest-

zulegen und daraus Schlüsse auf die maßgebenden Abhängigkeitsfaktoren zu ziehen. Aus der großen Zahl der Krankheitserreger wurden einige wichtige tierische Schädlinge ausgewählt: Aus der Gruppe der *Coleopteren* die Rübenaskäfer (*Blitophaga* sp.), aus der Gruppe der *Hemipteren* die Zwergzikade (*Jassus sexnotatus* Fall.), von den *Mollusken* die Ackerschncke (*Agriolimax agrestis* L.) und von den *Dipteren* die Weizenhalmfliege (*Chlorops pumilionis* Bjerk.) und die Getreideblumenfliege (*Hylemyia courtatata* Fall.).

Mit dieser Aufgabestellung sind aber zugleich die Grenzen der Arbeit gekennzeichnet. Das vorliegende Berichtsmaterial bildet die Grundlage für die kartographische Erfassung der Gebiete mit häufigen und dauernden Schäden (Schadgebiete) und die daraus zu erkennenden Abhängigkeiten. Im übrigen wurden auch die in der Literatur vertretenen Meinungen über Abhängigkeitsfaktoren jedes Schädlings nach Möglichkeit einer Betrachtung unterzogen.

## b) Methodik der Arbeit und der Untersuchungen.

Die erste Aufgabe sollte die kartographische Erfassung von Gebieten mit dauernden oder häufigen Schädigungen durch die genannten Schädlinge innerhalb Deutschlands sein. Dabei mußte sogleich die Frage geklärt werden, ob das Gesamtverbreitungsgebiet des einzelnen Schädlings ganz Deutschland umfaßt oder nicht. Die angestrebte kartographische Darstellung machte die Wahl eines Grundmaßes erforderlich, auf das sich alle in den Berichten aufgezeichneten Meldungen zurückführen ließen. Als solches wurde die kleinste politische Verwaltungseinheit, der Kreis (Amtshauptmannschaft, Bezirksamt, Oberamt), gewählt. Dann wurden die Aufzeichnungen jedes einzelnen Jahresberichtes vorgenommen, mit Hilfe des Ortslexikons für jede Ortsmeldung der zugehörige Kreis bestimmt und diese Meldung in eine Tabelle eingetragen. Für die Stärke des Auftretens oder die Größe des Schadens — beides ist in den Berichten meist nicht unterschieden — wurde eine Schlüsselbezeichnung nach den in den Berichten gebrauchten Ausdrücken geschaffen. Die Zeichen kehren auf den Kurventafeln weiter unten wieder und müssen daher hier angeführt werden. Es bedeutet:

- = sehr vereinzelt Auftreten, sehr vereinzelte Schäden, fast gar keine Schäden,
- = vereinzelt Auftreten, schwache vereinzelte Schäden in geringem Umfange,
- = vereinzelt starkes Auftreten, vereinzelt starke Schäden in geringem Umfange,
- ⦿ = häufiges, öfteres, stärkeres Auftreten, häufigere Schäden, öftere Schäden gemeldet in schon größerem Umfange,
- + = starkes Auftreten, starke Schäden,
- ++ = sehr starkes Auftreten, sehr starke Schäden,
- +++ = außerordentlich starkes, epidemisches Auftreten, besonders starke Schäden, Verheerungen.

An dieser Stelle soll sogleich einem Einwand begegnet werden, der gemacht werden könnte. Es ist durchaus bekannt, daß das in den Jahresberichten vorliegende Beobachtungsmaterial weder vollständig noch auch immer ganz einwandfrei ist. Es sei nur an die Bestimmung oder Erkennung der Erreger der Schäden, namentlich unter den Insekten, erinnert, die sicher viel zu wünschen übrig ließ. Der Ausbau der Berichterstattung des Pflanzenschutzdienstes in den letzten Jahren bestätigt, daß vieles verbesserungsbedürftig ist. Alle diese Kritik, so berechtigt sie zum großen Teil sein mag, darf aber nicht dazu führen, vorhandenes statistisches Material seiner Unvollständigkeit halber gänzlich außer Betracht zu lassen. Im Gegenteil, es muß trotz der ihm anhaftenden Mängel wegen seiner Unersetzbarkeit mit zur Auswertung herangezogen werden, bis für eine weitere Reihe von Jahren Material vorliegt, bei dessen Sammlung die an dem bisherigen erkannten Nachteile nach Möglichkeit ausgeschaltet wurden. Meldungen, in denen offenbar eine Unsicherheit bei der Bestimmung des Erregers zutage trat, wurden nicht in die Arbeit einbezogen.

Die oben schon erwähnten Tabellen enthielten also für jedes Jahr und jedes Land bzw. Provinz die mit einer Gradbezeichnung versehenen Kreise, aus denen Schadensmeldungen vorlagen. Schon hier hoben sich die von den einzelnen Schädlingen bevorzugten Gebiete hervor. Zur Vereinfachung und zur Erzielung möglichst weniger, klarer Abstufungen wurden die Zeichen

+, ++, +++ als stark,

● und ○ als mittel,

○ und ⊖ als schwach

zusammengefaßt und in Listen für jeden einzelnen Kreis die Anzahl der Jahre mit schwachen, mittelmäßigen und starken Schäden festgestellt. Daraus wurde dann die endgültige Bezeichnung jedes einzelnen Kreises auf der Schadgebietskarte gewonnen, die in vier Abstufungen vorgenommen wurde:

1. keine Schraffur = keine öfteren Schad- oder Auftretensmeldungen,
2. gestrichelte Schraffur = Gebiet schwacher Schäden,
3. weite Schraffur = Gebiet mittelstarker Schäden,
4. dichte Schraffur = Gebiet der stärksten Schäden.

Das Berichtsmaterial ließ eine Gewinnung der Bezeichnung jedes Kreises auf rein rechnerischem Wege nicht zu. Die Perioden des Schadauftretens in jedem Kreise liegen oft eine ganze Reihe von Jahren auseinander, manchmal sind in dem 35jährigen Zeitraum nur ein oder zwei solcher Schadensperioden zu verzeichnen. Es mußte daher von einer rechnerischen Ermittlung aus dem Mittel der 35 Jahre abgesehen werden. Unmöglich war es auch, eine bestimmte Zahl von Jahren mit Schadstärke 2, 3 oder 4 der endgültigen Bezeichnung der Kreise zugrunde zu legen.

Vielmehr wurde an Hand der Tabellen und Listen aus der zeitlichen Folge und Dauer der Schädigungen in den einzelnen Jahren die endgültige Bezeichnung der Kreise festgelegt. Das ergab die auf den Karten I—V wiedergegebenen Schadgebiete jedes Schädlings. Für die Darstellung der Unterschiede der einzelnen Teile des Schadgebietes wurde nach verschiedenen Versuchen die Methode der Verstärkung oder Verdichtung der Schraffur angewandt. Je dichter also ein Kreis schraffiert ist, desto stärker sind die häufigen, dauernden Schäden. Diese Art der Darstellung hat den Vorteil, daß sie eine Verwendung aller Meldungen gestattet, allerdings auf dem Umweg über eine Tabelle oder Liste. Für die Ermittlung des Schadgebietes sind aber alle Meldungen von Wichtigkeit. Die bisher in den Jahresberichten über Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen gebrachten Karten mußten sich auf eine Darstellung der Meldungen über starkes Auftreten beschränken, um nicht bei der großen Anzahl der Meldungen aller Stärkegrade verwirrend zu wirken. So erschien die angewandte Darstellungsmethode als eine Verbesserung.

Die Ermittlung der Schadgebiete war damit abgeschlossen und es galt nun, daraus Schlüsse auf maßgebende Abhängigkeitsfaktoren zu ziehen. Als maßgeblich sind in erster Linie klimatische Faktoren, Temperatur und Feuchtigkeit in ihrer gebietsmäßigen Verteilung innerhalb Deutschlands zu betrachten, dann die Anbauareale der Hauptwirts- oder Nährpflanzen der einzelnen Schädlinge. Zur Erkenntnis weiterer Abhängigkeitsfaktoren mußten die bisher in der Literatur vorliegenden Ergebnisse von Einzelversuchen und Untersuchungen herangezogen werden. Das trifft besonders für die Faktoren Witterung und Boden zu. Es wurde eine Sonderaufgabe, die Literatur über jeden einzelnen Schädling, soweit sie zugänglich war, zu sammeln. Aus dieser sowie aus den Ausführungen der Pflanzenschutzberichte wurden die Ansichten über die Abhängigkeit jedes einzelnen Schädlings von besonderen Witterungs- und anderen Faktoren einander gegenübergestellt. Soweit erreichbare Unterlagen, wie Witterungsberichte, Niederschlagsbeobachtungen, genaue Versuchsergebnisse, benutzt werden konnten, wurde eine Nachprüfung versucht, um auch in Einzelfragen weitere Klärung zu bringen. Den Rahmen für diese Untersuchungen stellte aber immer der insgesamt zur Untersuchung stehende 35jährige Zeitraum dar, der ein Arbeiten mit allgemeinen Mittelzahlen erforderte. Demgemäß konnten nur als allgemeingültig hingestellte Meinungen und Versuchsergebnisse einer Nachprüfung unterzogen werden, soweit ihre Nachprüfung aus Literatur und Statistik überhaupt möglich wurde. Wo das nicht angängig war, mußte des öfteren aus der Gegenüberstellung der Meinungen die Folgerung gezogen werden, daß durch Anstellung von Versuchen eine Klärung zu erstreben sei.

Der Begriff Klima stellt einen Komplex von Einzelfaktoren (Licht, Luft, Temperatur und Feuchtigkeit) dar. Alles Leben unterliegt der Einwirkung dieses Gesamtkomplexes. Ist es nun schon schwierig, im Ver-

such oder bei der Beobachtung die Anteile jedes einzelnen Faktors festzustellen, so steigen diese Schwierigkeiten, wenn aus Aufzeichnungen zum Teil weit zurückliegender Jahre auf ihre Einwirkung und Einzelwirkung geschlossen werden soll. Trotzdem ist es sicher, daß jeder einzelne Schädling von der Sonderwirkung verschiedener Einzelfaktoren abhängig ist. Der Versuch, diese Einzelfaktoren mit Hilfe der Literatur aufzufinden, dürfte mancherlei Anregung für Versuchsanstellung und Beobachtung bringen. Diese Tatsache zeigt schon die Betrachtung einiger gebräuchlicher Begriffe, die in der Literatur in ganz verallgemeinerter Form benutzt werden. Es können diese Schwierigkeiten hier nur angedeutet werden:

In den Berichten aus allen Landesteilen wird von nasser oder trockener Witterung, nassen oder trockenen Jahren gesprochen. Man braucht aber nur die Jahresregensmengen aus verschiedenen Klimabezirken oder die von zwei verschiedenen Wetterstationen desselben Klimabezirkes miteinander zu vergleichen, um zu der Ansicht zu kommen, daß z. B. für den kontinentalen und den ozeanischen Klimabezirk „naß“ und „trocken“ etwas ganz verschiedenes ist. Ein einheitlicher Maßstab dafür, was in jedem Klimabezirk naß oder trocken (bezüglich der Monate und Jahre) bedeutet, fehlt aber bis heute, so daß ein Vergleich solcher Angaben nicht ohne weiteres möglich erscheint.

Vollends ohne Maßstab wird bisher der Begriff „Vegetationszone“ oder „Vegetationszeit“ in der Literatur gebraucht. Auch hier steht fest, daß Unterschiede vorhanden sind (Rheinland-Ostpreußen). Es dürfte eine dankbare Aufgabe sein, die für diesen Begriff zugrunde zu legende Einheit, sei es aus dem Temperaturverlauf, sei es aus dem Wachstumsablauf gewisser Pflanzen während eines Jahres, herauszuarbeiten.

Die „Saatzeit“ ist sicherlich vom Witterungsverlauf des einzelnen Jahres abhängig. In den einzelnen Gegenden jedoch dürften die gebräuchlichsten Saattermine stark voneinander abweichen. Da für den Pflanzenschutz diese in der Literatur bisher unbekannten Termine recht oft eine Rolle spielen (z. B. Bekämpfung der Getreidefliegen), könnte ihre Festlegung für die einzelnen Gegenden sich als nützlich erweisen.

Auch der Begriff der „Wachstumsstörung“ ist noch völlig ungeklärt (siehe unten Abschnitt über *Chlorops*). Trotzdem wird oft von einer solchen oder von einem Zurückhalten des Wachstums durch die Witterung gesprochen. Wie die einzelnen Witterungsfaktoren die Pflanzen in ihrem Wachstum beeinflussen, innerhalb welcher bestimmten Grenzwerte eine Hemmung einsetzt, wie sich diese Grenzwerte in den verschiedenen Klimabezirken stellen und in welchem Stadium der Pflanze durch solche hemmende Einwirkung die größten Schäden verursacht werden, muß den Feststellungen künftiger Versuche überlassen bleiben. Wichtig dürften sie aus dem Grunde sein, weil durch solche Einwirkungen auf die Pflanzen günstige Vorbedingungen für gewisse Krankheitserreger geschaffen werden.

Die Klärung solcher Begriffe würde in vielen Fällen den Einblick in die Zusammenhänge zwischen Pflanze und Krankheitserreger, zwischen den Krankheitserregern untereinander und zwischen Krankheitserregern und ihren Abhängigkeitsfaktoren erleichtern.

### c) Besondere Schwierigkeiten.

Im wesentlichen geht schon aus den vorstehenden Ausführungen über die Methodik der Arbeit hervor, welche Hindernisse dabei überwunden werden mußten. Jedoch verdienen einige Tatsachen noch besonderer Erwähnung.

Die Berichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz enthalten fast alle Meldungen in ursprünglicher Form, so wie sie nach Fassung und Anzahl von den Beobachtern mitgeteilt wurden. Mit der Erweiterung des Beobachternetzes und demgemäß zahlenmäßiger Häufung der Meldungen, mußte eine Zusammenfassung in den Jahresberichten erfolgen. Diese Zusammenfassung führte aber dazu, die Angabe und Aufzählung der Orte, aus denen die Meldungen stammten, in den Jahresberichten der Jahre 1905—1912 (Berichte über Landwirtschaft) fortzulassen. Bedauerlicherweise ist das Originalmaterial, die eingegangenen Meldungen, für die Jahre 1905—1914 nicht mehr vorhanden. Um 1905—1907 waren die meisten Hauptstellen für Pflanzenschutz aber bereits gegründet worden und hatten größtenteils seit ihrer Gründung für ihren Bezirk Jahresberichte angefertigt und zu einem beträchtlichen Teil auch im Druck erscheinen lassen. Durch eine Rundfrage bei den Hauptstellen für Pflanzenschutz wurde festgestellt, für welche Jahre Berichte vorhanden waren und diese, soweit sie im Druck erschienen waren, aber in der Bibliothek der Biologischen Reichsanstalt fehlten, angefordert. Soweit nur handschriftliche Ausführungen vorlagen, die nicht versandt werden konnten, wurde Verfasser durch Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel Gelegenheit zum Besuch dieser Hauptstellen zwecks Verarbeitung des dort vorhandenen Materials geboten. Die benötigten meteorologischen Daten, namentlich für frühere Jahre, mußten aus den nur auf dem Preußischen Meteorologischen Institut zugänglichen Berichten über Witterungsbeobachtungen ausgezogen werden. Da vielfach die Beobachtungen kleinerer Stationen für die ganze Reihe von Jahren fehlen, mußte für die einzelnen Kreise der Schadgebiete bei den Untersuchungen über Witterungsabhängigkeiten die dem betreffenden Kreise nächstgelegene größere Station des gleichen Klimabezirkes ausgewählt werden. Es darf noch bemerkt werden, daß für die Darstellung der Schadgebiete erst mehrere andere Wege beschritten wurden, die zu keinem brauchbaren Ergebnis führten.



## II. Hauptteil.

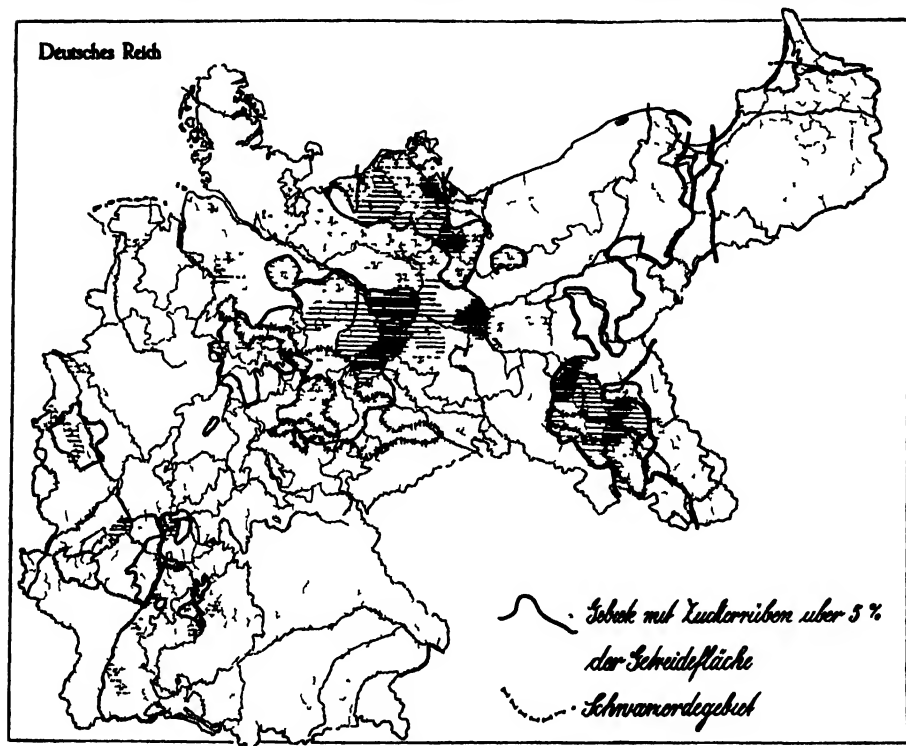
### A. Fünf Schädlinge.

#### a) Die Rübenaskäfer (*Blitophaga* sp.).

1. Die aus Frankreich (Guénaux 186, S. 168/169), England (Whitehead 204a), Schweden (Tullgren 200, Kenner 194), Dänemark (172), Finnland (Hukkinen 191), Rußland (Cholodkowsky 183a S. 168), Österreich (Stift 71—73, Fallada 27, 28), Ungarn (Jablonowski 192), Italien (Berlese 175), Deutschland (Pflschutzberichte u. Lit.) vorliegenden Berichte lassen erkennen, daß die Rübenaskäfer in allen diesen Ländern verbreitet und als Schädlinge aufgetreten sind. Jedoch sind erst in den letzten Jahren, insbesondere für Deutschland, einwandfreie Aufschlüsse über die eigentlichen Schädiger der Rüben unter den 14 in Deutschland vorkommenden *Silphiden* (Kraatz 196), durch Friederichs (184/85), Heymons und von Lengerken (188, 189) u. a. gegeben worden. Für Deutschland kommen danach nur die beiden Arten *Blitophaga opaca* L. und *Bl. undata* Müll. in Betracht, in beschränktem Maße noch *Silpha obscura* L. Von diesen wird von verschiedenen Autoren (Blunck und Janisch 181), dem ersten mehr das norddeutsche Befallsgebiet, dem zweiten das mitteldeutsche zugewiesen. Demgegenüber will Kleine (195) *Blitophaga undata* in Pommern bedeutend häufiger als *opaca* beobachtet haben. Diese Frage dürfte durch im Gange befindliche Untersuchungen über die Verbreitungsgebiete der Arten innerhalb Deutschlands geklärt werden. Möglicherweise kommt als Hauptverbreitungsgebiet für die südliche Art Ungarn, für die nördliche die durch *Chenopodiaceen*-Reichtum ausgezeichnete Strandflora (Blunck und Janisch 181, S. 441) in Betracht.

2. Die Karte I stellt das aus den Aufzeichnungen der Pflanzenschutzberichte von 1893—1927 ermittelte Schadgebiet der Rübenaskäfer in Deutschland dar. Die östliche Begrenzung des sich in einem breiten Streifen durch Deutschland erstreckenden Hauptschadgebietes bildet der Unterlauf der Oder und die Nordostgrenze der Provinz Schlesien, die westliche der Lauf der Weser. In diesem Gebiete kennzeichnen sich deutlich die drei Hauptrübenbauggebiete Deutschlands: Das schlesische, das vorpommersch-mecklenburgische und das sächsisch-braunschweigisch-anhaltische. Die eingezeichnete Linie umreißt die Gebiete mit Zuckerrüben über 5% der Getreidefläche (Engelbrecht, 126 Karte 27). Das Gebiet der stärksten Schäden (Schraffur 4) findet sich hauptsächlich in Schlesien und in Vorpommern, das durch eine breite Brücke starken Schadgebietes quer durch die Mark hindurch mit dem sächsischen Zuckerrübenbauggebiet verbunden ist. Es muß auffallen, daß in diesem letzten, größten Anbauggebiet fast nur die Ziffer 2 zu finden ist (schwächster Schaden), noch dazu in sehr mosaikartiger Verteilung auf einzelne Kreise. Während wir also in Schlesien und Vorpommern-Brandenburg zwei große Blöcke

geschlossenen Schadgebietes haben, lockert sich dieser Zusammenhang in Sachsen sehr wesentlich. Das steht im Einklang mit der Mitteilung von Weber (203, S 219), daß in dem starken Befallsjahr 1925 aus der Provinz Sachsen sehr selten Meldungen über Aaskäferbefall eingingen. Es müssen danach für dieses Gebiet besondere Bedingungen vorliegen, auf die später eingegangen wird. Zwei kleine Schadgebiete schließen sich an das nieder-rheinische und an das pfälzisch-badisch-württembergische Zuckerrübenbaugbiet an, wobei auch hier im letztgenannten ein mosaikartiges Bild zutage



Karte I Schadgebiete des Rübenaskäfers

tritt. Merkwürdigerweise ist das große zusammenhängende Zuckerrübenbaugbiet von der Danziger Niederung aufwärts der Weichsel und quer durch Posen an keiner Stelle Schadgebiet. Es liegen für dies Gebiet aus dem ganzen Zeitraum auch nur sehr wenige Meldungen über vereinzelttes Auftreten vor. Das ist umso auffallender, weil es weder klimatisch — es gehört zum großen subsarmatischen Klimabezirk (Werth 123, Karte) — noch in der Waldbedeckung — es fällt in das norddeutsche Kieferngebiet mit 14—21 % Waldfläche (Werth 123, Kartenblatt VII) — sich wesentlich vom angrenzenden Schadgebiet unterscheidet. Die Gründe dafür aufzufinden, bleibt an Ort und Stelle anzustellenden Untersuchungen vorbehalten.

Aus der Karte geht hervor, daß das Schadgebiet der Rübenaskäfer nicht von klimatischen Faktoren innerhalb Deutschlands abhängig ist, denn es erstreckt sich über verschiedene Klimabezirke (Werth 123, Karte), desgl. über das Naß- und Trockengebiet (Hellmann 118).

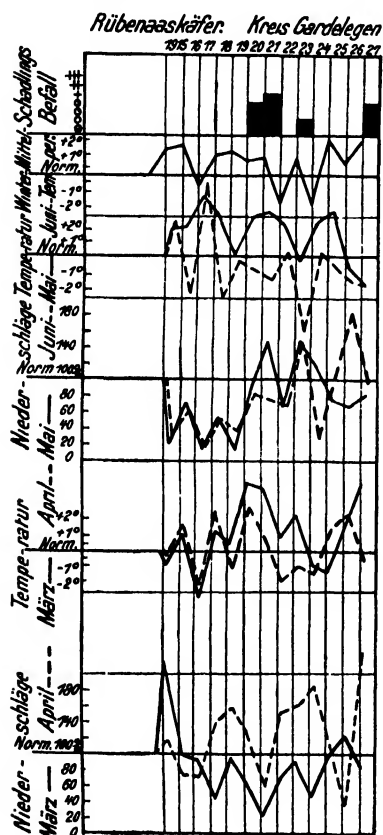
3. Ob in der Lage zwischen den Hauptstromsystemen Deutschlands ein Hinweis auf den Einfluß des Wassers liegt, sei es durch direkte Be-

teiligung an der Verbreitung, wie Weber (203, S. 225) annimmt, sei es durch in solchen Gegenden größere Luftfeuchtigkeit (Kleine 195), sei dahingestellt, zumal darüber örtliche genaue Einzeluntersuchungen fehlen.

Der Boden und das Vorhandensein von Überwinterungsmöglichkeiten spielen im Lebensablauf der Rübenaskäfer eine wichtige Rolle.

Blunck und Janisch (181), Weber (203) und Bremer (182) haben festgestellt, daß günstige Überwinterungsmöglichkeiten in Gestalt kleinerer (Nadel-) Waldgehölze für die Askäfer notwendig sind und das Festsetzen der Askäfer in einer Gegend fördern. Die Verteilung des Schadgebietes in Deutschland läßt eine Abhängigkeit von Überwinterungsmöglichkeiten jedoch nicht erkennen. Es ist die Annahme nicht begründet, daß in diesem mehr als in anderen Gebieten solche kleinen Gehölze vorkommen sollten.

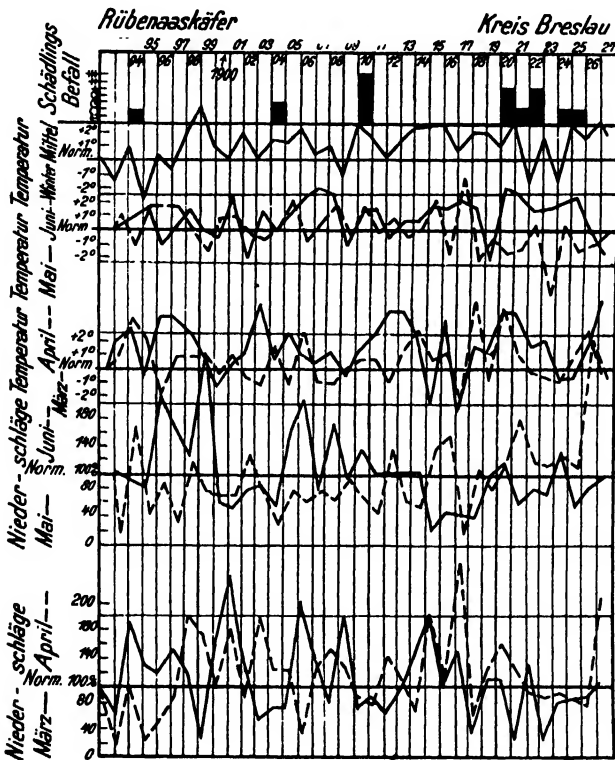
Über die von den Askäfern bevorzugten Bodenarten sagt unsere Karte nichts aus, da einerseits jeder einzelne Kreis, das dieser Arbeit



Kurve 1.

zugrunde gelegte Einheitsmaß für die kartographische Darstellung, die landwirtschaftlich verschiedenartigsten Böden umfaßt, andererseits sich die Verteilung auf die verschiedenen Bodenarten nur an Hand genauer Einzelkartenblätter und Beobachtungen für jeden Kreis verfolgen ließe. Die Berichte der einzelnen Hauptstellen für Pflanzenschutz, z. B. Baden 1912 (14), Mecklenburg 1904 (4), Provinz Sachsen 1925 (25), bestätigen aber die Ergebnisse der neueren Arbeiten (Blunck und Janisch 181, Blunck und Görnitz 178, und Weber 203), daß nämlich die Askäfer leichtere Böden bevorzugen, so daß demgemäß der Rübenbau auf diesen Bodenarten

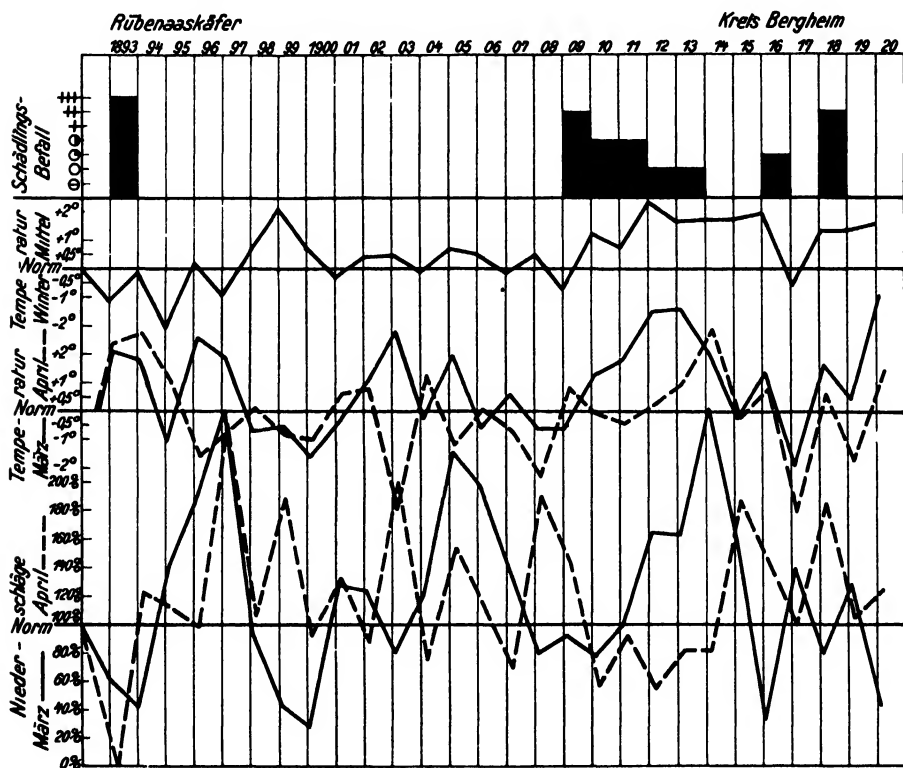
in erster Linie bedroht ist. Die breite Brücke des Schadgebietes durch die Mark ist dafür ein weiterer Beweis, wie auch die bedeutend schwächere Graduierung des Schadgebietes in dem sächsischen Zuckerrübenbaugebiet, das die schwersten Böden einschließt. Auch im schlesischen Schadgebiet nimmt der Grad des Befalles nach dem Schwarzerdegebiet hin ab (vgl. Werth 123, Kartenblatt VII, Waldkarte, und Umgrenzung der schweren (Schwarzerde-) Böden auf der Schadgebietskarte).



Kurve 2.

Weber (203, S. 226, 227) schließt aus dem Auftreten im Jahre 1925, daß wellenförmiges Gelände den Schädlingen besonders zusage, und daß sich das Befallsgebiet auf die Endmoränenlandschaften beschränke. Die wellenförmige Geländegestaltung mögen sich die Schädlinge als Windschutz zunutze machen, doch ist eine Beschränkung des Schadgebietes auf das Gebiet der Endmoränen mit ihren schützenden Hügelketten (Weber 203, S. 227) nicht vorhanden. Zwar liegt das vorpommersche Schadgebiet vorwiegend in einem an Endmoränen reichen Gelände, auch für Schlesien trifft das teilweise zu, aber schon in dem dritten Hauptschadgebiet nicht mehr. Und weiter: die ausgeprägten starken Endmoränenzüge des baltischen Höhenrückens sowie die im posenschen Rübengebiet weisen keinen Be-

fall auf (vgl. Wahnschaffe-Schucht 130, Karte). Denselben Einwand muß man inbezug auf das aus dem Gebiet der Weichsel in der Richtung des Warthe-Netze-Systems verlaufende, sich mit dem aus Schlesien kommenden vereinigende Urstromtal erheben, das von Weber (203, S. 227) in der Begründung des Schadgebietes durch den Verlauf der Urstromtäler vernachlässigt wurde. So scheint also den Endmoränenzügen und den Urstromtälern nur ein bedingter Einfluß zuzukommen.



Kurve 3.

Für die Stärke des Auftretens der Aaskäfer in den einzelnen Jahren ist bisher der Verlauf der Witterung in den Monaten Mai und Juni als maßgebend angesehen worden (siehe besonders Blunck und Janisch (181, S. 463). Es kommt auch beiden für die Massenentwicklung eine große Bedeutung zu. Mindestens ebenso stark aber spricht der Witterungsverlauf des März mit. Die Kurven verschiedenster Kreise des Schadgebietes (Kurve 1 Krs. Gardelegen, Kurve 2 Krs. Breslau, Kurve 3 Krs. Bergheim) zeigen, daß ein warmer, trockener März Befall zur Folge hat. Die Kurven geben den Befall und den Witterungsverlauf der Monate März, April, Mai und Juni in den einzelnen Jahren wieder, wobei der Verlauf der Märzkurve in Befallsjahren für Temperatur eine positive und für Nieder-

schläge eine negative Abweichung zeigt. Allerdings kann die Wirkung des März durch folgende kühle und nasse Monate aufgehoben werden, wie z. B. Kurve 2, für die Jahre 1899 und 1903 zeigt. Die Kurven wurden konstruiert nach der Abweichung von der Normalen, für die Temperatur in Graden, für die Niederschlagsmenge in Prozenten ausgedrückt. Danach kann aus dem Witterungsverlauf des März auf stärkeres Schadaufreten in dem betreffenden Jahre geschlossen werden. Je gleichsinniger in bezug auf hohe Temperatur und geringe Niederschläge also März, April und weiter Mai und Juni in ihrer Witterung verlaufen, eine umso stärkere Massenentwicklung wird einsetzen. Eine Erklärung für die Bedeutung des Monats März dürfte darin zu suchen sein, daß durch derartige Witterung die Käfer zu frühem Verlassen der Winterquartiere und demgemäß zu baldiger Vermehrung angeregt werden.

Daß dem Verlauf der Witterung des Winters kein Einfluß zukommt, ist aus den Kurven 1—3 ebenfalls ersichtlich.

Zusammenfassend kann über das Schadgebiet der Rübenaskäfer gesagt werden:

1. Es ist nur eine Anlehnung an die drei größten Rübenbaugebiete Deutschlands und an die westlich davon liegenden kleineren zu erkennen, dagegen keine Abhängigkeit von klimatischen Bezirken.

2. Bodenarten, Geländegestaltung und Überwinterungsmöglichkeiten sind von Einfluß auf das dauernde Schadaufreten, ohne daß die aus dem Auftreten in dem einzelnen Befallsjahr 1925 gezogenen Schlüsse Webers gänzlich zuträfen.

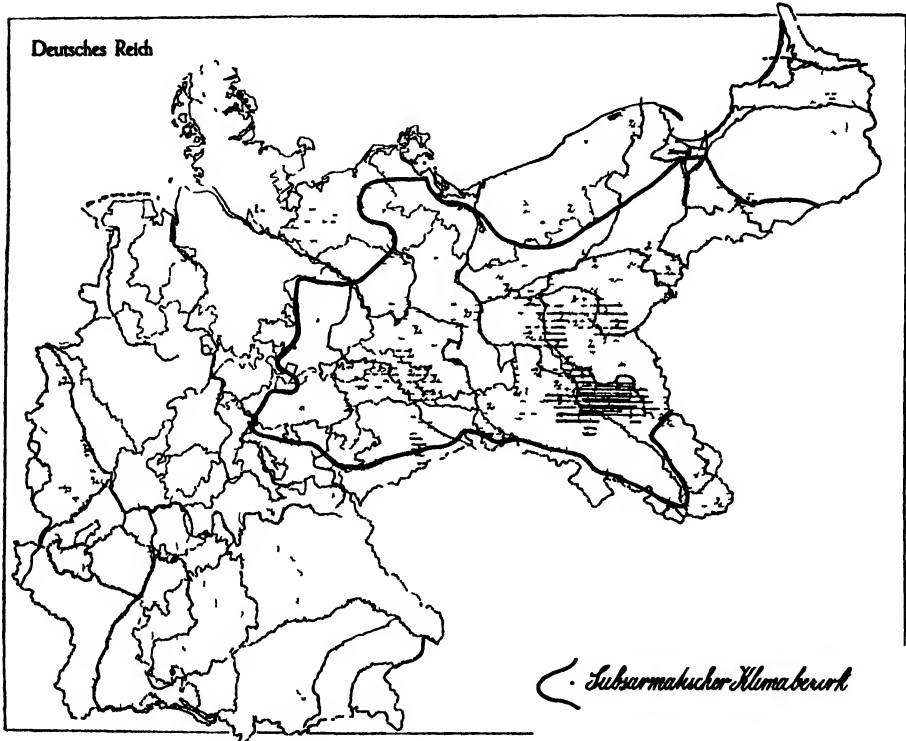
3. Der Witterungsverlauf des Monats März spielt eine wesentliche Rolle und läßt bis zu einem gewissen Grade auf ein Schadaufreten in den folgenden Monaten schließen.

### **b) Die Zwergzikade (*Jassus sexnotatus* Fall.).**

1. Die Zwergzikade trat nach Jungner (206, S. 1) zum ersten Male 1863 in Deutschland als Getreideschädling in Schlesien auf. Sie hat seit dieser Zeit oftmals Massenvermehrungen gezeigt und dem Getreidebau außerordentlich starke Schäden zugefügt. Ihr geographisches Verbreitungsgebiet erstreckt sich nach Melichar (208, S. 309) über ganz Europa. Aus den Aufzeichnungen über das Auftreten der Zwergzikade in den Jahresberichten des Deutschen Pflanzenschutzdienstes (siehe z. B. Jb. des S.-A. für Pflanzenschutz (1) 1900, 1901, 1902, 1903 in Arbeiten der D. L. G. Heft 60, 71, 82, 94 und (25) Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1922 S. 70, im Jahre 1923 S. 208, im Jahre 1924 S. 304 Heft 30 Mitt. B. R.-A., im Jahre 1925 S. 82, Heft 32 Mitt. B. R.-A.) geht hervor, daß die Zwergzikade in ganz Deutschland verbreitet ist.

2. Trotzdem beschränkt sich ihr Schadgebiet, das die Karte II wiedergibt, auf ganz bestimmte Teile des Reiches, und zwar auf Schlesien, Posen,

Brandenburg, mit kleineren Ausläufern in die Provinz Sachsen, nach Mecklenburg, Pommern und Ostpreußen. Ein Vergleich mit der Hellmannschen Regenkarte (118) und mit der Karte der Klimabezirke Deutschlands (Werth 123) zeigt deutlich, daß das Schadgebiet der Zwergzikade sich mit dem großen östlichen Trockengebiet in Deutschland deckt. Zur Veranschaulichung dessen ist in die Karte die Grenzlinie des subsarmatischen Klimabezirkes nach Werth (l. c.) eingezeichnet, die zugleich die Gegenden mit weniger als 60 cm jährlicher mittlerer Niederschläge einschließt und



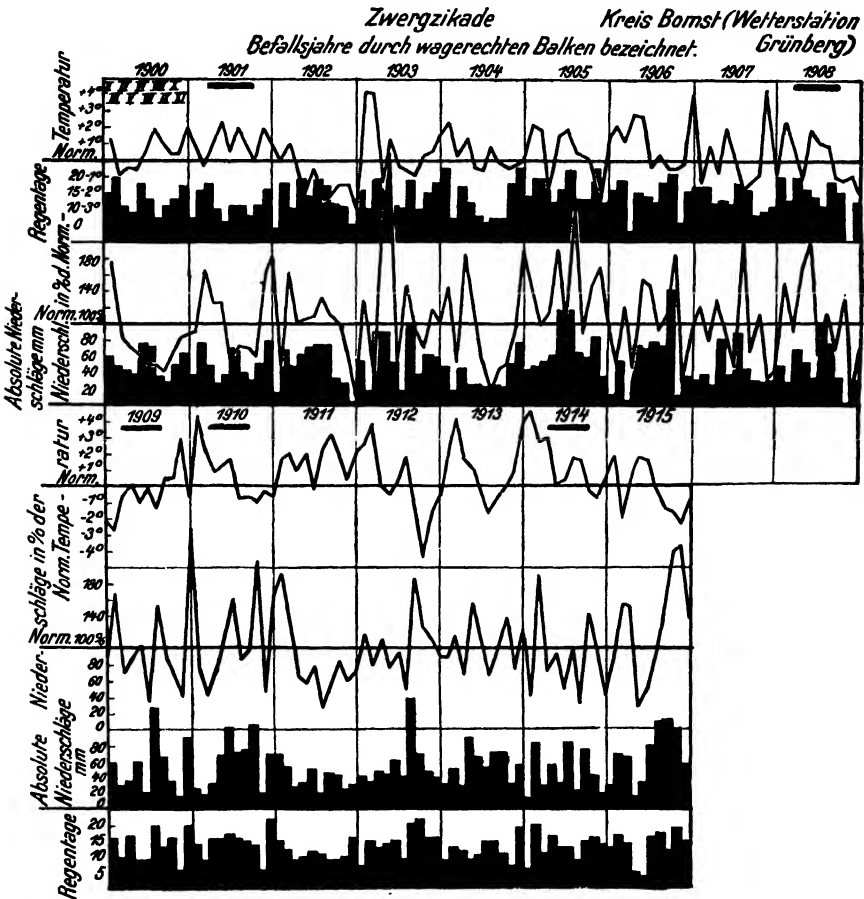
Karte II Schadgebiet der Zwergzikade

sich ungefähr mit der  $17,5^{\circ}$  Juli-Isotherme deckt und das Hauptverbreitungsgebiet der pontischen Pflanzen in Deutschland umfaßt. Damit wird die schon von Jungner (206, S. 32) ausgesprochene Vermutung, daß die Zwergzikade ein trockenes Klima bevorzuge und daß das ursprüngliche Verbreitungszentrum im Kontinentalklima des Südosten liege, bestätigt.

Das trocken-warme Klima ist also für das Schadgebiet der Zwergzikade maßgebend.

3. Erhärtet wird diese Tatsache durch folgende Überlegungen. Die Zwergzikade ist sehr polyphag, denn sie befällt sowohl alle Getreidearten als auch Hülsenfrüchte und Hackfrüchte (Jungner 207, S. 214; 206,

Zucht- und Fütterungsversuche; Meldungen der Jahresberichte). Als einziger äußert Rörig (210) 1901, daß Kartoffeln, Rüben, Wicken, Klee nicht angegriffen würden, was aber wohl durch die vorher zitierten Meldungen und Versuchsfeststellungen als widerlegt betrachtet werden kann. Daher



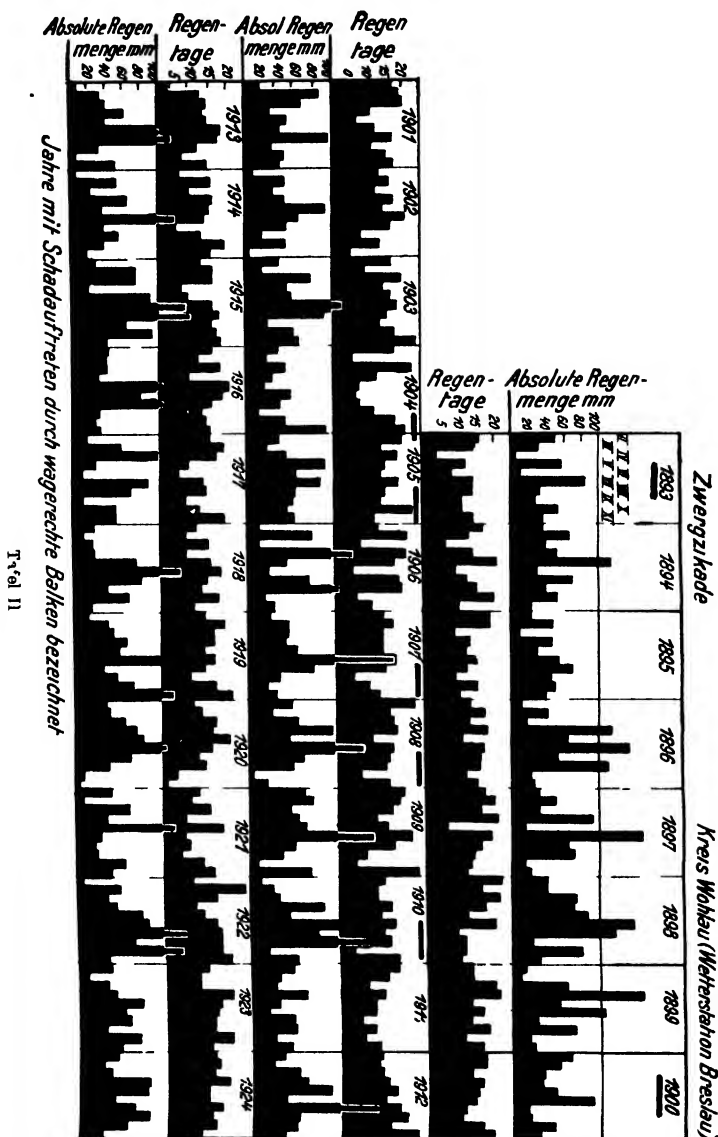
Tafel I.

weist ihr Schadgebiet keine Zusammenhänge mit Anbauarealen bestimmter Pflanzen auf.

Nach den Feststellungen Jungners (206) und anderer (siehe besonders Tullgren 211) folgen im Jahre drei bis vier Generationen der Zwergzikade aufeinander. Daher ist zu jeder Jahreszeit bei Eintritt günstiger Vermehrungsbedingungen ein Massenauftreten und somit ein Übergreifen von den gewöhnlichen Aufenthaltsorten in Wiesen, Rainen, Schonungen auf Kulturpflanzen möglich. Als günstige Vermehrungsbedingungen sind mehr oder weniger lange Perioden warmer und trockener



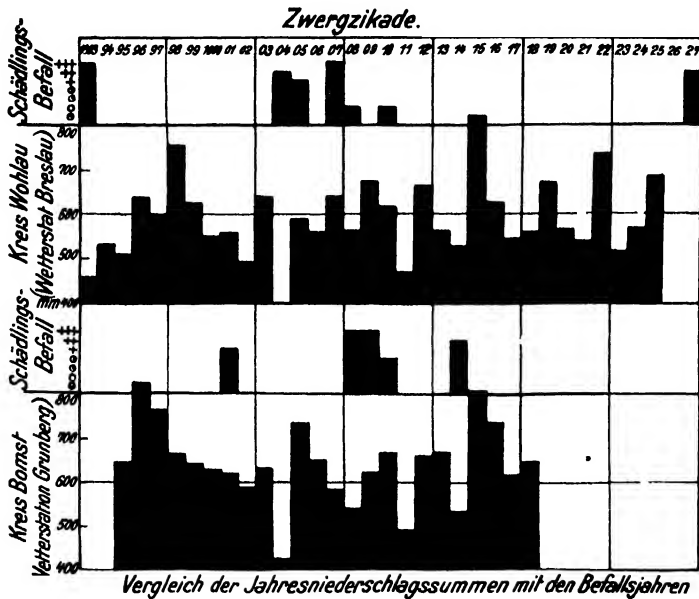
Witterung anzusprechen. Diese Tatsache wird von Jungner (206), ebenso von Tullgren (211) festgestellt. Auch zeigen die beigegebenen Kurven bezw. Blockschemata, daß Jahre mit Zikadenschäden einen oder mehrere



Monate mit im Verhältnis weniger Niederschlägen enthalten. (Vgl. dazu Tafel I, Jahre 1901, 1908, 1914, Tafel II, 1893, 1900, 1910.) Tafel I stellt für den Kreis Bomst für die Jahre 1900—1915 den Witterungsverlauf der Monate Februar bis November dar, wobei die Kurven die Temperatur und Niederschläge nach der Abweichung von der Normalen,

die Blockschemata die absoluten Niederschlagsmengen in mm und die Zahl der Regentage in den einzelnen Monaten wiedergeben. Tafel II zeigt Regentage und absolute Niederschlagsmengen in den Jahren 1893—1924 im Kreise Wohlau. Leider läßt sich mit dem vorliegenden Berichtsmaterial, dem zum größten Teil genaue Angaben über den Zeitpunkt des Auftretens fehlen, eine Nachprüfung der für die Massenvermehrung ausschlaggebenden Trockenperiode in den einzelnen Jahren nicht durchführen (s. auch S. 613).

Da aber Perioden mit geringen Niederschlägen zu den verschiedensten Jahreszeiten vorkommen (vgl. Tafel II), die Tiere weiter zu allen Jahres-



Tafel III

zeiten zusagende Nahrung vorfinden, so können jedenfalls nicht bestimmte Monate, wie etwa beim Rübenaskäfer der März, in ihrem Witterungsverlauf ausschlaggebend sein. Künftige Untersuchungen müssen die Temperatur- und Feuchtigkeitsgrenzen für das Insekt genau festlegen.

Ein gewisser Grad von Feuchtigkeit ist namentlich für die Entwicklung der Jugendstadien nötig. Beide obengenannten Forscher haben gefunden, daß die Eiablage und somit auch der Hauptschaden durch die nur springend sich bewegenden Larven und Nymphen sehr oft in etwas feuchten Ackersenken erfolgt. Ebenfalls traten im Mai Schäden besonders an Stellen auf, die durch im April erfolgte Niederschläge von 140 bis 170 % der normalen Menge mit Feuchtigkeit reichlich gesättigt waren (Tullgren 211, S. 33).

Dauernde Nässe können jedoch die Tiere garnicht vertragen, sondern gehen dann schnell zugrunde. Infolgedessen bevorzugt die Zwergzikade entschieden die leichteren Bodenarten, da diese das Wasser schneller absickern lassen (Jungner 206, S. 23; Berichte) und so zu jeder Jahreszeit zusagende Lebensbedingungen bieten.

Die Abhängigkeit der Zwergzikade von der Trockenheit wird weiter durch die Tafel III bestätigt. Stellt man die absoluten Jahresniederschlagssummen (auf Tafel III für die oben genannten Kreise) in Vergleich mit den Befall-jahren, so zeigt sich deutlich, daß die Perioden des Schad-auftretens sich mit denen relativ geringerer Niederschläge decken.

Ist somit der Beweis für die Abhängigkeit der Zwergzikade vom trockenen Klima erbracht, so kann für die Voraussage des Befalles ein von Jungner (206) aufgezeigter Weg benutzt werden. Jungner hat in seinem Schema der feucht-kalten und trocken-warmen Klimaperioden (S. 34), die sich nach Brückner in langjährigem Rhythmus abwechseln, angedeutet, daß Zikadenepidemien in und nach dem Höhepunkt der trocken-warmen Periode erfolgten. Seine Voraussage über etwa 1905—1910 zu erwartende Zikadenschäden und das Eintreten einer feucht-kalten Periode etwa um 1920 wird durch die Tabelle I mit den Auftretensjahren in den einzelnen Ländern und Provinzen Deutschlands bestätigt.

Tabelle I.

Auftretensjahre der Zwergzikade in den Ländern und Provinzen.

Land oder Provinz	Jahr																																			
	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	
Ostpreußen . .	+								+	+					+	+	+			+	-									+	+					
Westpreußen .									+	+					+	+	+		+	+	+															
Pommern . . .									+	+			+				+																			
Posen . . . . .	+								+	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+	+														
Mecklenburg- Schwerin . . .									+								+		+	+	+	+														
Brandenburg .	+			+	+	+		+	+	+						+	+	+																		
Schlesien . . .	+	+	+	+	+			+	+	+		+	+	+	+	+	+	+																	+	+
Rheinprovinz .																		+	+	+	+	+	+		+											
Provinz Sachsen . . . .	+				+	+		+	+		+					+	+	+	+																	
Freistaat Sachsen . . . .	+	+						+	+	+			+		+	+																+		+	+	

Aus allen diesen Darlegungen geht die unmittelbare Einwirkung der Klima- und Witterungsfaktoren auf die Lebenstätigkeit des Insekts hervor. So ist nicht anzunehmen, daß Kulturmaßnahmen wie Sortenwahl, Düngung, Vorrucht, Bodenbearbeitung und Saatzeit einen Einfluß haben. Zu diesem Schluß kommen auch Jungner und Tullgren auf Grund ihrer Untersuchungen.

### Zusammenfassung.

1. Die Zwergzikade kommt überall in Deutschland vor.
2. Ihr Schadgebiet liegt im großen östlichen Trockengebiet Deutschlands (subsarmatischer Klimabezirk).
3. Das dauernde Schadauftreten ist einzig und allein von trocken-warmem Klima in seiner unmittelbaren Einwirkung auf das Insekt abhängig. Trockenperioden in einzelnen Jahren wirken stark begünstigend auf die Vermehrung. Das ist besonders der Fall in den großen Perioden trockenwarmer Jahre, die mit solchen feuchtkalter Jahre in langjährigem Rhythmus abwechseln.

Sortenfrage, Düngung und Vorfrucht spielen keine Rolle.

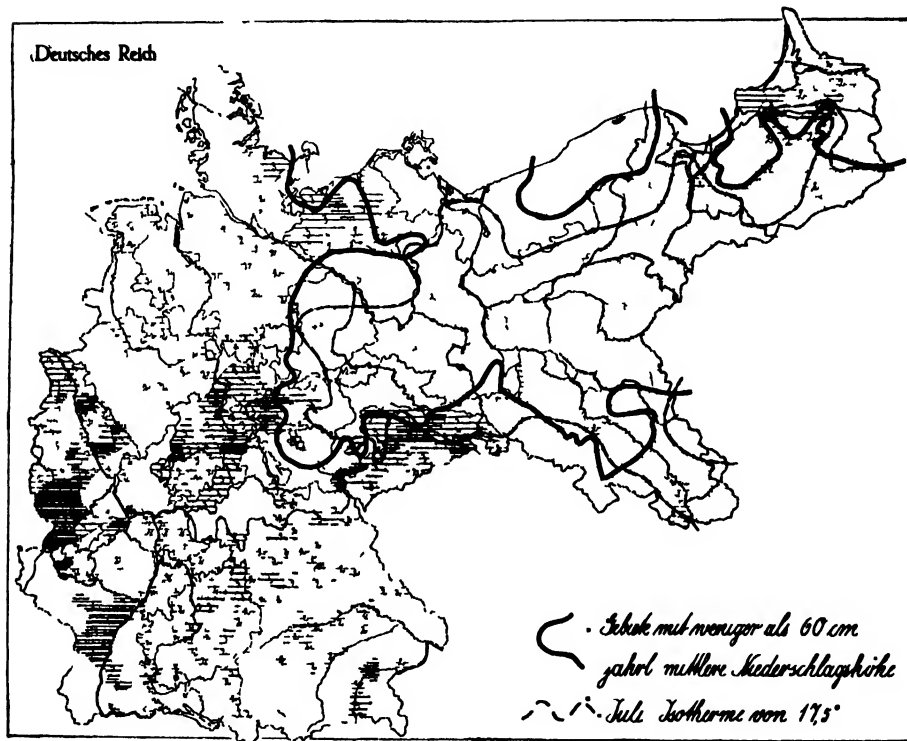
### c) Die Ackerschnecke (*Agriolimax agrestis* L.).

1. Das Gegenstück zur Zwergzikade ist die als Schädling seit langem bekannte Ackerschnecke. Über ihre Verbreitung sagt Sorauer (147, S. 61), daß sie auf der ganzen Erde, soweit sie Pflanzen trägt, vorkomme. Ganz Deutschland liegt also innerhalb des Verbreitungsgebietes.

2. Die Karte III bringt die Darstellung des Schadgebietes. Ganz eindeutig ist zu erkennen, daß das Schadgebiet der Schnecke sich mit dem Naßgebiet von Deutschland deckt. Als Naßgebiet ist das Gebiet mit 60 und mehr cm jährlicher mittlerer Niederschlagshöhe zu betrachten, das durch die eingezeichnete Linie von Gegenden mit geringerer jährlicher mittlerer Niederschlagshöhe getrennt wird (nach Hellmann 118). Die eingetragene Juliisotherme von 17,5° in Norddeutschland, (nach Werth 123, Kartenblatt I), etwa die Umgrenzung des subsarmatischen (Trocken-)Klimabezirkes in Deutschland, zeigt, daß das Schadgebiet sich auf die Gebiete mit geringerer Julitemperatur beschränkt. Aus diesem Befunde läßt sich folgern, daß die absolute Niederschlagsmenge in ihrer Verteilung innerhalb Deutschlands für das dauernde Schadauftreten der Ackerschnecke maßgebend ist.

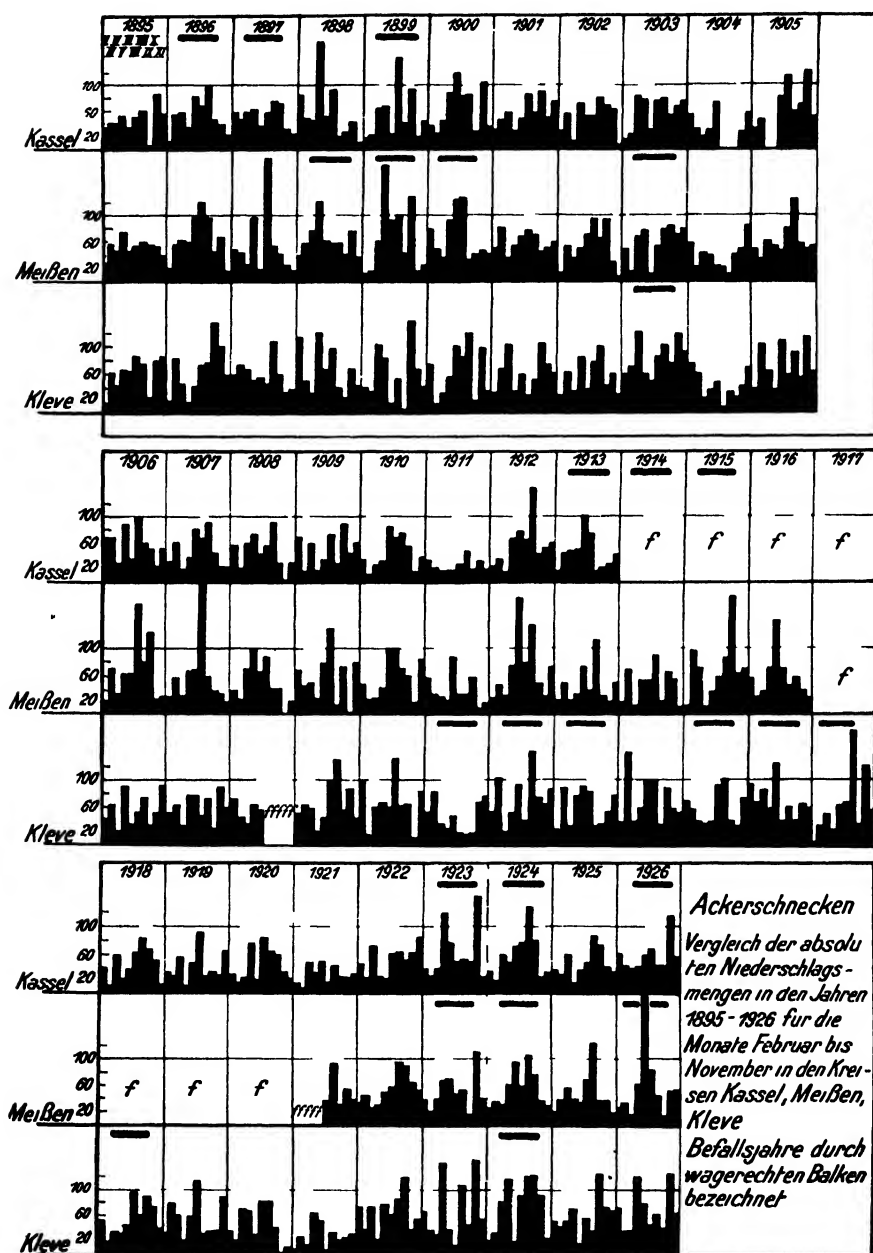
3. Trotzdem liegen aus allen Teilen Deutschlands Meldungen über Schneckenschäden vor (siehe Berichte). Darin ist der Einfluß des Witterungsverlaufes des einzelnen Jahres zu erkennen. Bei einem so außerordentlich fruchtbaren Tier, wie es die Ackerschnecke ist [Theobald (228, 229), Schirach (226), Rörig (225), Geyer (217) u. a.], genügt eine verhältnismäßig kurze Zeit mit für sie günstigen Bedingungen, um eine sehr starke Vermehrung auszulösen. Die günstigen Bedingungen bestehen in einer ein- bis zweimonatigen Regenperiode. Die Tafel IV mit dem Vergleich der absoluten Niederschlagsmengen der Monate Februar bis November in den Jahren 1895—1926 in den Kreisen Kassel, Meißen (Freistaat Sachsen) und Kleve zeigt, daß in den durch einen Balken gekennzeichneten Befallsjahren fast immer ein oder mehrere Monate sich durch relativ hohe Niederschlagsmengen auszeichnen. Die gesamte Literatur bestätigt diesen

Einfluß des Witterungsverlaufes. Aus der Fülle der hierüber vorliegenden Nachrichten soll wörtlich nur eine der ältesten von Schirach (226, Naturgeschichte der Schnecken von 1772) angeführt werden. Der Autor sagt in dem Kapitel über die Vermehrung der Schnecken S. 38: „Wir dürfen uns bei dergleichen Begebenheiten gar keine außerordentlichen Ursachen ersinnen, sondern dürfen nur bey denen ordentlichen stehen bleiben. Unser Erdreich ist von jeher immer mit den gleichen Tieren angefüllt. Ihre Propagation wird aber manch Jahr mehr oder weniger von der Witterung



Karte III Schädgebiet der Acker-schnecke

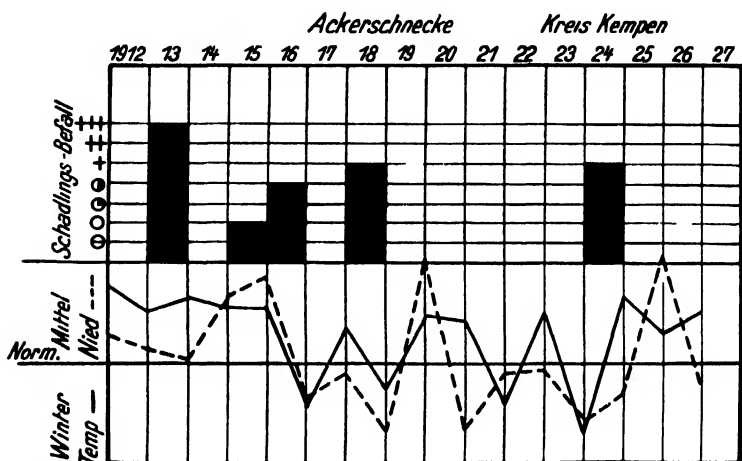
befordert. Wir haben schon viele Jahre her äußerst nasse Witterung gehabt und diese begünstigt ihre Vermehrung.“ Weiter sei hingewiesen auf Karte I, S. 31 des Jahresberichts über Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1925 (25) (Heft 32 Mitt. B. R. A.), nach der die aus Schlesien eingelaufenen Meldungen über starkes Auftreten von Ackerschnecken in einem Gebiet liegen, das 125 und mehr Prozent der normalen Regenmenge im Sommer erhalten hatte. Auch ein Vergleich der Karten II und III S. 81 u. 83 des Jahresberichtes für das Jahr 1927 (35) (Mitt. B. R. A., Heft 37) mit Karte X (S. 117) mit den Linien der Prozente der normalen Regenmengen im Juli 1927 zeigt die Anhäufung der Schäden in Gebieten mit übernormalen Regenmengen.



Tafel IV.

Dazu kommt, daß die Schnecken an keine bestimmten Nährpflanzen gebunden sind (vgl. die Meldungen der Pflanzenschutzberichte und Theobald (228, 229), Reh (223), Geyer (217) und so zu jeder Jahreszeit zusagende Nahrung in Gärten, auf Wiesen, Weiden und Feldern finden.

Zu erörtern ist nur noch, ob die Ackerschnecken bestimmte Bodenarten bevorzugen. Schirach (226) sagt auf S. 28 über die Schlupfwinkel der Schnecken (in den Boden gebohrte Löcher): „Der ganze Gang ist ringsherum eine schwarze fette Erde, welcher von ihrem Kleister diese Güte bekommen. Im sandigen Boden ist also für sie kein Aufenthalt, weil er leicht zusammen rollen und ihre Gänge verschütten würde. Daher klagen die sandigten Gegenden über die Schnecken niemals.“ Entsprechend ihrer Körperkonstitution suchen sich die Schnecken als Aufenthaltsort immer möglichst feuchte, tiefliegende Flächen aus. Sie werden auf leichteren Böden nur dann schädlich, wenn die Witterung ihrer Ver-



Kurvo 1

mehrung starken Vorschub leistet und zugleich diese Böden in einen ihnen zusagenden Feuchtigkeitsgrad versetzt.

Daß die Winterwitterung keinen Einfluß haben dürfte, erweist die Kurve 4 mit dem Mittel der Wintertemperaturen und Niederschläge in der Abweichung von der Normalen.

Die Abhängigkeit der Schnecken von den Niederschlagsmengen zeigt Tafel V, auf der die Jahressummen der Niederschlagsmengen der drei Kreise Kassel, Meißen, Kleve in Vergleich zu den Befallsjahren gesetzt sind. Diese fallen immer mit Perioden größerer Jahresniederschlagsmengen zusammen.

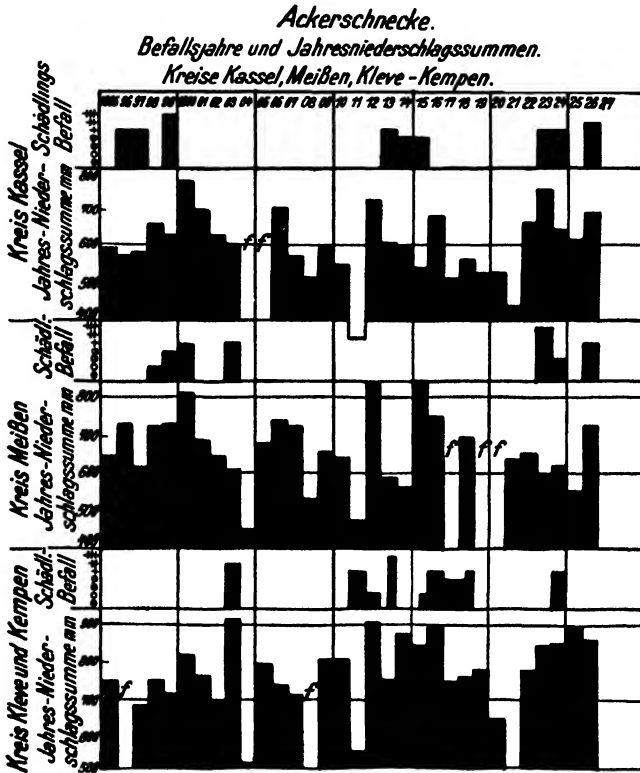
### Zusammenfassung.

Für die Ackerschnecken gilt folgendes:

1. Ganz Deutschland gehört zum Verbreitungsgebiet der Ackerschnecke.
2. Das Schadgebiet ist eindeutig abhängig von der Niederschlagsmenge und liegt in dem großen zusammenhängenden Gebiet Deutschlands,

das nach Hellmann (118) 60 und mehr cm jährlicher mittlerer Niederschlagshöhe aufweist.

3. Für das Schadaufreten ist der Witterungsverlauf des Einzeljahres bezüglich der Niederschlagsmenge maßgebend.
4. Leichte Böden werden wegen ungünstiger Feuchtigkeits- und Strukturverhältnisse gemieden.



Tafel V.

#### d) Die Weizenhalmfliege (*Chlorops pumilionis* Bjerk.).

1. *Chlorops pumilionis* Bjerk., die Weizenhalmfliege, wird in älteren und neueren Berichten immer als einer der gefährlichsten Weizenschädlinge genannt. Ihr Verbreitungsgebiet erstreckt sich nach Schiner (252, S. 210) und Sorauer (147, S. 15) fast über ganz Europa; besonders häufige Abhandlungen sind in der deutschen, österreichischen, schwedischen und schweizerischen Literatur zu finden. Wenngleich an dieser Stelle die eigentliche Biologie nicht im Vordergrund des Interesses steht, müssen doch einige allgemeine Angaben vorausgeschickt werden. Wahlgrens 1918 ausgesprochene Ansicht (257) der Identität von *Chlorops taeniopus* Meig. und *Chl. pumilionis* Bjerk. bestätigt Th. Becker (234 D. E. Z. 1919,



24/56) 1919, indem er *Chl. pumilionis* Bjerk., *lineata* Fabr. u. *taeniopus* Meig. als eine Art mit dem ersten als gültigen Namen hinstellt. Im Handbuch von Sorauer (147, 4 Aufl. 1928, 5. Bd. S. 15) ist der letzten Art nur Skandinavien, der ersten Mittel- und Nordeuropa, Sizilien, Sibirien, Ohio als Verbreitungsgebiet zugeschrieben worden. Weiter muß auf Grund der Berichte (Agrik.-Bot.-Anstalt Breslau 1905 (13), Jahresbericht für 1922, Heft 30 Mitt. B. R. A. (25), und 255) die Ansicht Stehli (254, Feinde der Land- und Forstwirtschaft, Heft 4), der Hafer sei immun gegen den Befall der *Chlorops*, richtiggestellt werden. Der Hafer wird zwar seltener als andere Getreidearten befallen, aber schon im Bericht der Agrik.-Bot. Station Breslau von 1906 (S. 9) wird von einer Mehrung der Fälle gesprochen, in denen von Befall des Hafers berichtet wird. In England wird der Hauptschaden an Sommergerste (Frew 240), die auch bei uns nicht verschont bleibt (z. B. Kotthoff 245), in Deutschland an Weizen verursacht.

Wichtig erscheint die einzig von Kopp (243) bei seinen Untersuchungen gemachte Feststellung einer Zwischengeneration. Dieser gibt nach dem Judeich-Nitzsche Zeitschlüssel folgende Verteilung an: Siehe Tabelle 2, in der - Larve, 0 Scheinpuppe, + Imago bedeutet.

Tabelle 2.

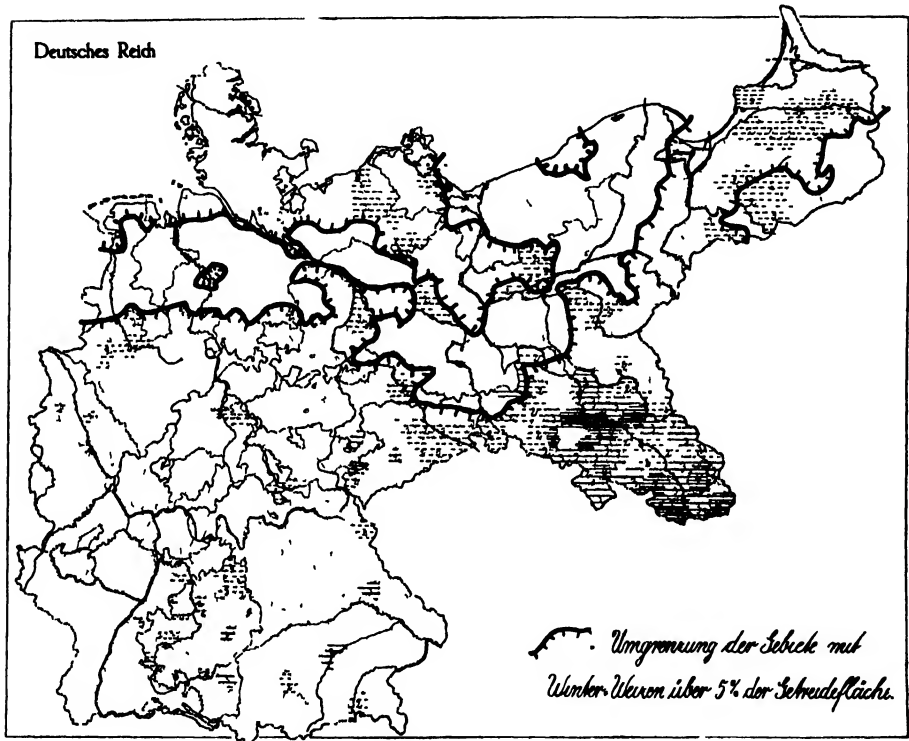
Zeitschlüssel von *Chlorops taeniopus* nach System Judeich-Nitzsche.

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1. Jahr					+			1				
2. Jahr	-	-	---	0	0	---	00+	-	00	±	---	---

Vielleicht hängt damit die Beobachtung von Blunck (236) in Schleswig-Holstein zusammen, daß 1925 die letzten Fliegen schon am 29. August, einen Monat früher als sonst in der Literatur angegeben, gefangen wurden. Übrigens spricht auch Nowicki (249) schon 1871 die Vermutung vom Vorhandensein einer Zwischengeneration aus. Beide Autoren, Nowicki und Kopp, machten ihre Beobachtungen außerhalb Deutschlands, so daß über die Gültigkeit für Deutschland erst Untersuchungen Aufklärung bringen können. Seit 1851 erschien die Weizenhalmfliege nach langer Pause erstmalig wieder in Deutschland im Jahre 1863 in Schlesien.

2. Die Karte des Schadgebietes (Karte IV) zeigt, daß sie dieser Provinz ganz besonders treu geblieben ist. Ganz Schlesien ist das stärkst befallene, zusammenhängende Schadgebiet, mit dem sich das graduell wesentlich schwächere in Ostpreußen gar nicht messen kann. In Schlesien sind daher auch die umfangreichsten Untersuchungen über *Chlorops* angestellt worden, wie die Berichte der Agrik.-Bot.-Versuchsanstalt in Breslau

beweisen. Frank (239 S. 117) gibt 1898 an: „*Chlorops* ist in ganz Deutschland verbreitet, ganz besonders häufig und schädlich ist sie in Schlesien.“ Die Klimaunterschiede in den Bezirken Deutschlands (Werth 123), sowie die Niederschlagsverteilung (Hellmann 118) spielen offensichtlich keine ausschlaggebende Rolle, wenn auch eine gewisse Häufung im Trockengebiet erkennbar wird. Es trifft somit die von Blunck (236 S. 28) geäußerte Ansicht, daß „insbesondere in Gegenden mit kühler feuchter Witterung mit verstärktem *Chlorops*befall zu rechnen“ sei, nicht



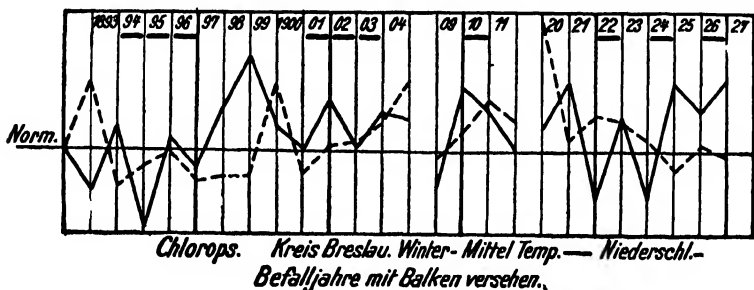
Karte IV. Schadgebiet der Weizenhalmfliege.

zu. Vielmehr ist aus den eingezeichneten Linien der Hauptgebiete für Winter- und Sommerweizen (nach Engelbrecht 126, Karte 3 u. 4) zu erkennen, daß das Schadgebiet der Weizenhalmfliege sich eng an das Areal ihrer Hauptwirtspflanze in Deutschland anlehnt. Weitere maßgebende Gründe für die Verteilung des Schadgebietes in Deutschland lassen sich aus der Karte nicht ersehen. Diese aufzufinden soll im nächsten Abschnitt versucht werden.

3. Die Biologie der *Chlorops pumilionis* ist soweit geklärt, daß wir wissen, wie sie überwintert. Es ist für *Chlorops pumilionis* noch nirgends in der Literatur die für andere *Chloropiden* bestehende Möglichkeit der Überwinterung als *Imago* (Zürcher 259) festgestellt worden. *Chlorops*

*pumilionis* verbringt den Winter als Larve im Innern der Wirtspflanze. So kommt für sie eine direkte Abhängigkeit vom Boden nicht in Frage. (Siehe auch Kleine 242). Nur indirekte Beziehungen lassen sich feststellen. Wenn verschiedentlich, z. B. im Jahresbericht 1901 des Sonderausschusses für Pflanzenschutz (1, S. 60) aus der Rheinprovinz vom Auftreten „besonders auf leichten Böden“ berichtet wird, an anderer Stelle (Jahresbericht f. 1903 S. 43) vom Befall „besonders feuchter Stellen im Acker oder toniger feuchter Böden“, so ist darin eine Einwirkung des ungünstigen Standortes auf die Pflanzen zu erblicken. Auf die gleiche Ursache weisen die Feststellungen von Kopp (244) und des Jahresberichts 1903 (S. 43 betr. Nerdien i. Pomm.) hin, nach denen auf besonders armen oder durch eine stark zehrende Vorfrucht (Rotklee, Möhren, Kleebrache) verarmten Böden stärkerer Befall eintritt.

Der Einfluß der Witterung auf das Insekt wird verschieden beurteilt. Soll nach viel vertretener Ansicht ein strenger Winter den Insekten über-

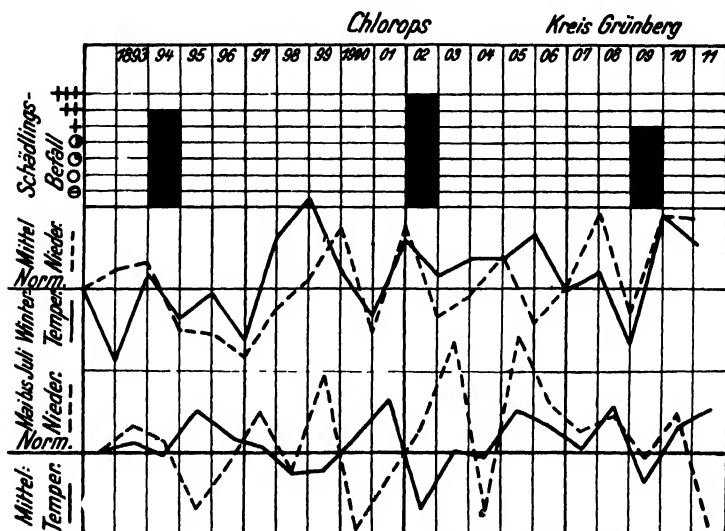


Kurve 5

haupt förderlich sein, so glaubt Frew (240), einen hemmenden Einfluß auf die Entwicklung von *Chlorops* erkennen zu können. Kurve 5, Temperatur und Niederschläge im Mittel der Wintermonate, konstruiert nach der Abweichung von der Normalen für den Kreis Breslau, läßt keine Entscheidung über den bestimmenden Einfluß des Winterverlaufes auf das Auftreten zu. Die sehr kalten Winter 1894/95, 1921/22, 1923/24 hatten ebenso gut Befall oder Auftreten zur Folge wie die milden der Jahre 1893/94, 1901/02, 1909/10, 1925/26. Bei der Nachprüfung anderer Kreise des Schadgebietes zeigte sich das gleiche Bild (s. Kurve 6). Auch aus den Kurven der einzelnen Wintermonate ging nichts anderes hervor, so daß der Witterung des Winters kein bestimmender Einfluß für das Auftreten von *Chlorops* beizumessen sein dürfte.

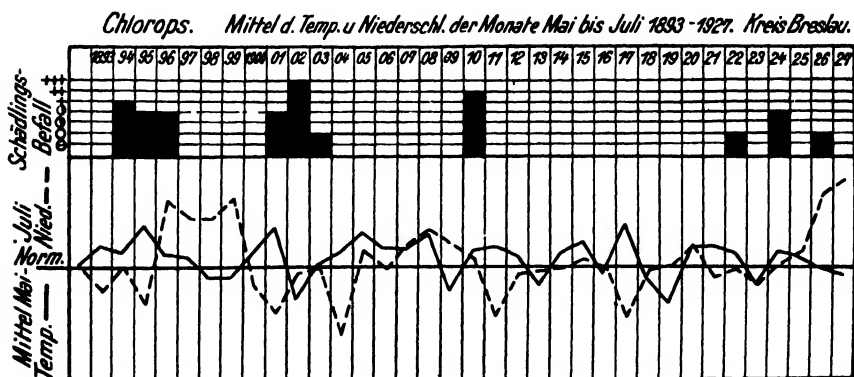
Daß eine kalte regnerische Mai- und Juniwitterung eine gewisse Hemmung der Legetätigkeit mit sich bringt (Frew 240, Nowicki 249 S. 9), dürfte zutreffen, desgl. daß trockene Witterung die Flugzeit begünstigt. Dagegen ergab die Nachprüfung an Hand von Kurven (Kurve 6 u. 7 für Kreis Grünberg und Breslau, deren Konstruktion a) nach der

Abweichung von der Normalen und b) nach den absoluten Temperaturen und Niederschlagsmengen gleiches Ergebnis hatte) keine Bestätigung der Abhängigkeit der Weizenhalmfliege von trockener und warmer Witterung



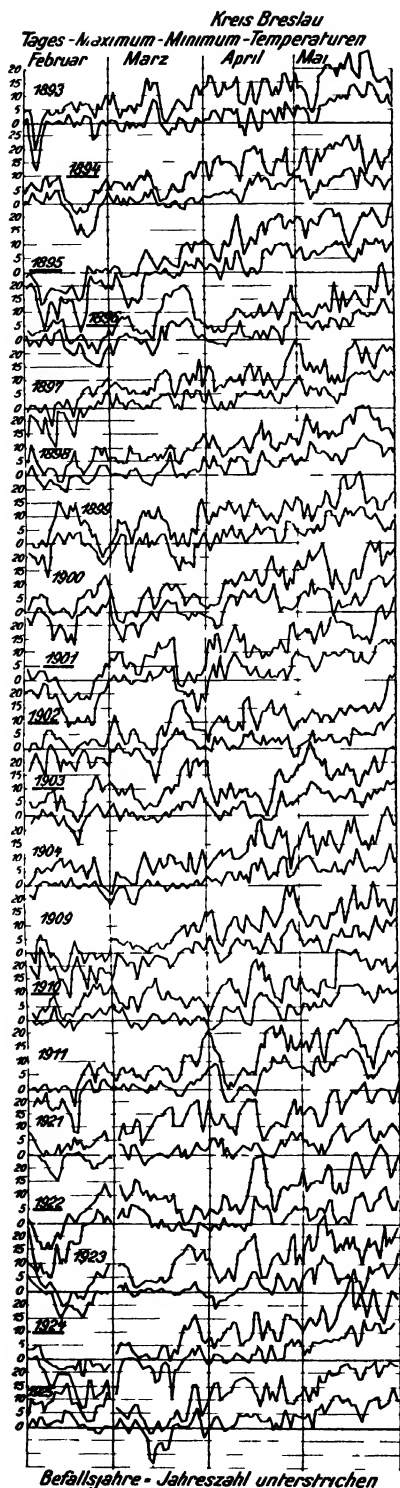
Kurve 6.

im Mittel der drei Monate Mai bis Juli, wie sie Kleine (242) für den Befall in den Jahren 1917 und 1925 in Stettin nachgewiesen hat. In den Befallsjahren 1894, 1902, 1909 (Kurve 6) verhält es sich fast umgekehrt, d. h. Temperatur unternormal, Niederschläge übernormal. In den Jahren 1895, 1900, 1901, für die Kleines Kurvenbild hohen Temperatur-



Kurve 7.

mittels und niedrigen Niederschlagsmittels zutrifft, ist kein Befall. Dasselbe Ergebnis hat ein Vergleich mit Kurve 7, auf der allerdings für das Befallsjahr 1895 und 1901 ein der Annahme Kleines entsprechendes Bild



Kurve 4

Schnauer:

herauskommt, für die übrigen Jahre jedoch nicht. Auffallend ist, daß im Schlesiischen Bericht über 1917 (Bericht Agrik.-Bot. Station Breslau 1917 S. 9) das äußerst geringe Vorkommen der *Chlorops* hervorgehoben wird, trotzdem in diesem Jahre das Temperaturmittel besonders hoch und das Niederschlagsmittel besonders niedrig liegt.

Nach diesen Ausführungen scheint es fast, als sei die Weizenhalmfliege nicht direkt von der Witterung abhängig. Es wurde daher versucht, die Frage zu klären, ob durch die Einwirkungen der Witterung auf die Pflanzen dem Insekt für sein Auftreten günstige Bedingungen geschaffen werden.

Der schlesische Bericht von 1912/13 (S. 13) gibt Kenntnis von dem Ergebnis einer Rundfrage über die Ursache des Auftretens der *Chlorops*. Es wird dort die Behauptung aufgestellt, daß das Auftreten nur in solchen Jahren erfolge, in denen eine Wachstumsstörung kurz vor dem Schossen des Weizens eingetreten sei. In der folgenden Übersicht sind die Ausführungen der Jahresberichte der Agrik.-Bot. Station Breslau kurz zusammengestellt: (Siehe S. 593).

Aus dieser Übersicht geht nicht eindeutig hervor, daß das Voraufgehen einer Wachstumsstörung unbedingt günstige Voraussetzungen für den *Chlorops*befall schafft. (Vgl. dazu unten S. 594 Kopp 244) Bei Vergleich der täglichen Maximal- und Minimaltemperaturen der Monate Februar bis Mai zeichnen sich die Befallsjahre nicht besonders aus. Dieser Vergleich wurde im Kurvenbild 8 für verschiedene Jahre mit den Daten

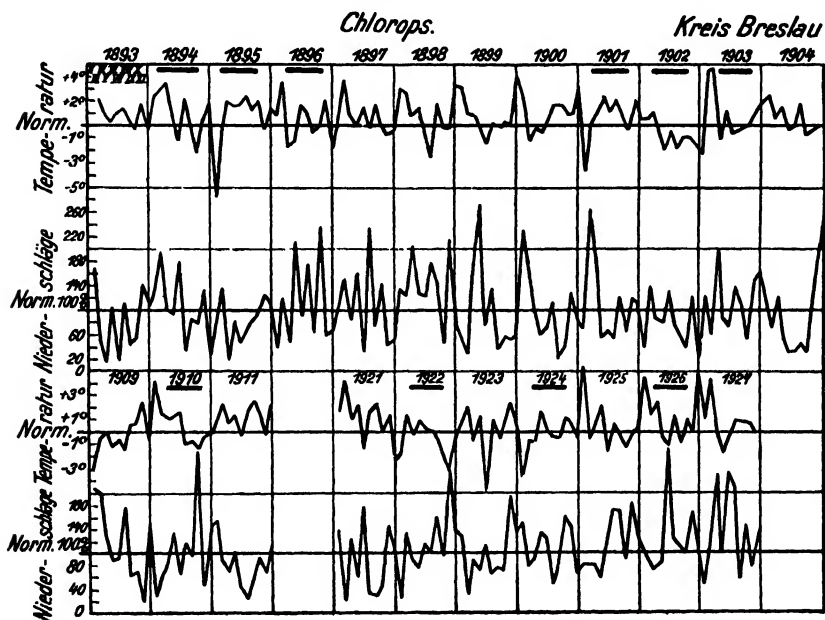
## Übersicht 1. Witterungsberichte und Auftreten von Chlorops.

Jahr	Witterung im Monat					Chlorops- befall
	Februar	März	April	Mai	übrige	
1910	Kühle Frühjahrswitterung brachte Vegetationsstillstand. Allgemeine Stockungsperiode des Wachstums im Frühjahr. Kalte trockene NO-Winde.					Außerordentlich starker Befall
			Mitte naßkalte Periode.	Mitte naßkalte Periode.		
1911		Ende: sommerliche Wärme.	1. Hälfte: empfindlicher Kälterückschlag — 5 bis — 10°	Letztes Drittel Gewitter, Wolkenbrüche, Kälterückschläge ganze Provinz.	Sommerdürre, warmtrockener Herbst, sehr wenig Niederschläge.	Chlorops häufigster Schädling.
1912	1. Woche Winter, dann außerordentlich mild, warm, Feuchtigkeitsmangel.	Wenig warme Tage, Ende rau, veränderlich.	1. Hälfte: naßkalt, stürmisch. Nachwinter. 2. Hälfte: sommerlich warm.	Nächte noch immer sehr kühl.	Winterweizen im Frühjahr erheblich zurückgehalten, Sommerung durch Kälte und Trockenheit verspäteter Schossen, Wassermangel	Starke Schäden.
1913	Sonnenscheinreich, trocken, Kahlfröste.	Veränderlich, Ende sehr warm.	(Sprünge bis in den Juni). 1. Dekade: abnorm warm, trocken. 2. Dekade: Nachwinter. 3. Dekade: sommerliche Wärme.	1. Dekade: Schnee und Kälte.	Juni: Hitze, Gewitter, nochmals Abkühlung, Nachfröste, zunehmende Dürre. Ab Juli: verregneter Sommer.	Auffallend wenig.
1914	Nachtfroste, sonst heiteres, sonniges, trockenes Wetter.	1. Hälfte: unfreundlich. 2. Hälfte: schöne, z. T. warme Tage, Ende kühler.	Gleichmäßig, kein Kälterückschlag	2.—3. Temperatursturz, sonst wie April.	Keine Niederschläge, außerordentlich trocken im Frühjahr und Sommer.	Fehlte ganz.
1915	Milde.	Strenger Nachwinter. 2. Hälfte: wärmere Frühjahrswitterung.	Wechselnd, anfangs Niederschläge. 3. Dekade: trocken, warm	Niederschlagsarm, rauhe Winde, kalte Nächte, Trockenheit.	Juni: Dürre, mehrmals Reif, danach wenig Sommertage.	Sehr vereinzelt.
1917	Strenger Frost.	Kälterückfälle, Schnee, jede Vegetation gehindert.	Kalt, sehr wechselnd, sehr niederschlagsreich.	Zu trocken, viel Sonne. Nächte: Kälterückschläge.	Juni: hohe Sonnenscheindauer. Juli: trocken, heiß.	Auffallend gering geg., sonst in Dürrejahre mit Wachstumsstörung kurz vor dem Schossen.

der Wetterstation Breslau durchgeführt. Die Befallsjahre sind durch Unterstreichen der Jahreszahl bezeichnet. Es liegt an verschiedenen Umständen, daß dieser Weg keine einwandfreien Beweise bringt, einmal an der Unvollständigkeit der Auftretensmeldungen, die ja immer im Auge zu behalten ist — z. B. sind fast nie genauere Daten des Auftretens angegeben —, dann an der in den Berichten sehr allgemeinen Kennzeichnung der Witterung. Vor allem aber wird der Begriff der „Wachstumsstörung“ sicher nicht durch die Temperatur allein festgelegt. Eine genaue Untersuchung dieses Begriffes und seiner Ursachen liegt aber noch nicht vor, ebensowenig wie wir über den Begriff des „Schossens“ unterrichtet sind. Man weiß noch nichts über die Zeitpunkte der Hauptstreckperiode der Ährenanlage, die sich weder allgemein noch zeitlich mit dem gebräuchlichen Begriff des Schossens = Sichtbarwerden der Ähre decken dürfte. Daß aber Einflüsse der Witterung gerade in dieser Zeit nicht ohne Wirkung auf die Pflanze bleiben, ist sicher, ebenso daß der Eintritt der stärksten Streckung bei den einzelnen Sorten zeitlich sich nicht deckt. Die Antwort auf diese Fragen können nur Versuche geben.

Es besteht aber trotz dieser Unklarheiten im einzelnen keine Meinungsverschiedenheit darüber, daß eine das Wachstum verzögernde Frühjahrswitterung dem Insekt günstige Bedingungen für die Eiablage verschafft [Blunck (236), Schlesische Berichte (13), Kopp (244) u. a.]. Die Fliegen finden dann zur Eiablage mehr weichblättrige Pflanzen vor, die allein als Entwicklungsort für die Larve in Betracht kommen. Ist die Verhärtung der *Epidermis* bereits soweit fortgeschritten, daß die eben geschlüpfte Larve sie nicht mehr durchdringen kann, so muß diese zu Grunde gehen (Blunck 236, Frew 240). Für die Winterung geltend hat Kopp (244, S. 228) den Einfluß der Witterung folgendermaßen skizziert: „Besonders starken Befall verzeichnen wir nach Jahren, denen ein trockener Sommer und Herbst vorangegangen ist und dessen Frühjahrswitterung sehr kühl und regnerisch ist. Ein trockener Herbst verzögert den Aufgang der Saaten, läßt sie ungleich und schwach in den Winter kommen und sie brauchen dann im Frühjahr länger bis zum Ausschossen.“ So liegen oft die maßgebenden Einflüsse auf die Pflanze viel weiter zurück, als man annehmen möchte. Eine gewisse Bestätigung dieser Anschauung Kopps bringt die Kurve 9. Sie enthält wiederum für Kreis und Wetterstation Breslau die monatliche Abweichung von der Normalen für Temperatur und Niederschläge; die Monate Dezember und Januar sind dabei fortgelassen. Es zeigt sich, daß Befallsjahren (durch Balken bezeichnet) fast immer 2—3 trockene Herbstmonate vorangehen. Nowicki (249, S. 11) zitiert schon einen Bericht von Fellingner: „Die Made erscheint immer und zwar massenhaft, nach vorhergegangenen trockenen, dürrern Sommern.“ Diesem Faktor dürfte für die Zukunft bei Versuchen besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden sein, da er für die Voraussage des zu erwartenden Befalles sicher von Bedeutung ist.

Jedoch ist hierfür erforderlich, vorher die für die verschiedenen Gegenden allgemein gebräuchlichen Saattermine zu ermitteln, die in der Literatur bisher noch nicht bekannt sind. Zur Abwehr der *Chlorops* wird die Befolgung der gleichen „Saattermel“ wie gegen die übrigen Getreidefliegen empfohlen: Im Herbst möglichst spät, im Frühjahr möglichst früh säen (Chrzanowski 237, Frew 240, Wahl 256, Tritschler 255, Grimm 241, Sorauer 147, Pflanzenschutzberichte). Diese Saattermel hat sich als falsch erwiesen. Schon Nowickis (249) einzelne Gewährsleute (S. 37) haben berichtet, daß Winterweizen bei später Saat erheblich mehr



Kurve 9.

litt als bei früher. Sappok (250) ermittelte für den Tarnowitzer Höhenrücken als günstigste Herbstsaatterzeit den 10.—20. September. In Versuchen hat er festgestellt, daß mit späterer Saatterzeit der Befall zunimmt. Seine Übersicht sei hier wiedergegeben:

Übersicht 2 (nach Sappok, 250, S. 649).

Ort	gedrillt am	Madenbefall
Domäne Grabow . . . . .	16. 9.	10 %
Pniow . . . . .	20. 9.	10 „
Anstalt Tost Vers.-Feld . . . .	28. 9.	16,8 „
„ „ Wirtschaft . . . . .	2. 10.	38 „

Auch aus den Versuchen von Kopp (244) geht hervor, daß der Befall desto stärker war, je später die Saat erfolgte; erst im Oktober



gesäter Winterweizen bleibt im Frühjahr so in der Entwicklung zurück, daß er der *Chlorops* für die Eiablage viele weiche Pflanzen zur Verfügung stellen kann. Als günstigster Saattermin sämtlicher geprüften Sorten stellte sich für die Gegend der Versuche (Eiwanowitz a. d. Hanna, Mähren) der 26. September heraus. Blunck und Munkelt (236) berichten ebenfalls, daß frühbestellte Äcker wesentlich schwächer befallen waren als Spätsaaten.

Für die Frühjahrsaussaat wies Kopp in seinen bereits angeführten Versuchen nach, daß mit späterem Saattag deutlich geringerer Befall eintrat. Seine Tabelle ist als Beweis hier wiedergegeben (Kopp 244, Tabelle S. 227).

Tabelle 3.

Chlorops-Befall von Sommerweizen in lückenlosem Bestande  
(nach Kopp).

Sorte	Saattag											
	28. III.			4. IV.			11. IV.			18. IV.		
	Halme		Be-	Halme		Be-	Halme		Be-	Halme		Be-
	ge-	be-	fall	ge-	be-	fall	ge-	be-	fall	ge-	be-	fall
	sund	fallen	%	sund	fallen	%	sund	fallen	%	sund	fallen	%
Dregers Bart-												
Sommerweizen.	86	37	30	210	80	27,5	167	37	18,1	259	26	9,1
Dobrowitzer Som-												
merweizen . .	40	200	83,4	21	134	89,5	56	158	73,9	56	149	63,4
Strubes Sommer-												
weizen . . .	50	150	75	46	200	81,3	47	179	79,2	79	191	65,9
Ideal Sommer-												
weizen . . .	103	173	69,3	160	155	49	127	160	55,8	130	100	43,5

Dasselbe geht aus der unten (S. 597) wiedergegebenen Tabelle von Frank (239) hervor.

So ist also die Saatregel für die Bekämpfung von *Chlorops* nicht brauchbar, vielmehr müssen die günstigsten Saattermine der einzelnen Gegenden versuchsmäßig ermittelt werden. Diese sind dann möglichst innezuhalten.

Hier erwächst auch der Züchtung ein weites Arbeitsfeld. Spielt doch die Sortenfrage eine sehr große Rolle bei der vorbeugenden Bekämpfung der *Chlorops*. Für Nowicki (249, S. 35) stand das bereits außer Zweifel. Kopp (244) und Sappok (250) haben eine ganze Anzahl von Sorten auf ihre Anfälligkeit gegen *Chlorops* beobachtet. Für Einzelheiten sei auf ihre Arbeiten verwiesen. Erwähnt mag nur werden, daß nach Kopp spätere Kolbenweizen (Großherzog von Sachsen, Hubertus,

Wischauer II) stärker befallen wurden. Äußerst stark wurde die Sorte Standard befallen. Dasselbe geben Miesting (247) und Nowicki (249) für Kolbenweizen an. Bei Sappoks Versuchen zeichneten sich durch besonders starken Befall aus die Sorten: Pflugs Baltikum, Strubes General von Stocken, Glatter Lohnauer, Bergers Dickkopf, Cimbals Elite Dickkopf, Janetzki frühe Kreuzung L, Rauher Lohnauer Dickkopf, Standard, Heils roter Dickkopf, Vogels Winterweizen. An anderen Stellen (Frank 239, Jahresbericht 1922 B.R.A. S. 68 (25), Bericht Baden (14) 1911, S. 51, Württemberg 1926, Bericht des S. A. f. Pflanzenschutz 1896 (1) werden als besonders anfällig Roter Schlanstedter, Barbinger Dickkopf, Eppweizen, Squarehead, Riese von Kinver, Kraffts Siegerländer sowie abgebaute Sorten erwähnt. Diese Anfälligkeit steht wahrscheinlich mit dem Wachstumsrhythmus im Zusammenhang: je später die ganze Entwicklung und demnach das Schossen einer Sorte erfolgt, desto mehr ist sie gefährdet. Daher muß versuchsmäßig dieser Rhythmus der einzelnen Sorten in den verschiedenen Gegenden festgestellt werden, wobei Voraussetzung ist, daß sie überhaupt dem Klima der betreffenden Gegend angepaßt sind. Nur auf diesen Grundlagen ist die Eignung einer Sorte für den Anbau im Schadgebiet der *Chlorops* zu prüfen. Bekannt ist bereits, daß Bart- und Grannenweizen und Landsorten dem Befall besser widerstehen bzw. von der Fliege auf Grund ihrer morphologischen Eigenheiten nicht so gerne angenommen werden.

Eine engere Stellung der Drillreihen (siehe Kopp 244) und eine größere Saatmenge je Flächeneinheit (Kopp 244, Sappok 250, Grimm 241 u. a.) tragen mit dazu bei, einem Befall entgegenzuwirken. Dadurch wird die Bestockungsperiode beschränkt, sodaß im Frühjahr ein viel gleichmäßigerer Entwicklungszustand der Saat vorhanden ist.

Frew (240), Sappok (250), Frank (239), Willimsky (258) und Kopp (244) stellten übereinstimmend den Einfluß der verabfolgten Düngung dahingehend fest, daß reichliche Stickstoffkopfdüngung im Frühjahr auf Grund der durch sie herbeigeführten längeren Wachstumszeit und Weichbleibens der Blätter befallsverstärkend wirkt. Zur Erläuterung diene die Übersicht 3 (aus Frank, 239, S. 117).

#### Übersicht 3 (nach Frank).

Zahl der mit *Chlorops* bewohnten und verdorbenen Halme  
am 18. August:

Bestellt 30. 3. mit 1 Ztr. Chilesalp. je Mrg.	57%
21. 4. „ 1 Ztr. „ „ „	60 „
30. 3. ohne „ „ „	40 „
21. 4. „ „ „	36 „

Phosphorsäuredüngung dagegen läßt die Gewebe sich schneller festigen und verhärten.

### Zusammenfassung.

Über das Schadgebiet der *Chlorops pumilionis* Bjerk. ist Folgendes festzustellen:

1. *Chlorops pumilionis* ist über ganz Europa verbreitet.
2. Das Schadgebiet innerhalb Deutschlands fällt in das Anbauareal für Winter- und Sommerweizen, ohne daß Klimaunterschiede und Niederschlagsverteilung maßgebenden Einfluß zeigen.
3. Befall und Schaden scheinen vielmehr von dem Zustand der Hauptwirtspflanzen zur Zeit des Auftretens der Fliege im Frühjahr abzuhängen als von den Witterungseinflüssen auf das Insekt selbst. Der Zustand der Pflanzen hängt ab
  - a) von der Witterung im vorangehenden Herbst zur Zeit des Aufganges der Saat,
  - b) von dem Verlauf der Frühjahrswitterung, deren maßgebende Einzelfaktoren in ihrer Wirkung auf bestimmte Vorgänge in der Pflanze noch nicht geklärt sind (Wachstumsstörungen, Schossen),
  - c) von der richtigen Sortenwahl,
  - d) von dem Wachstumsrhythmus der angebauten Sorten,
  - e) von den angewandten Kulturmaßnahmen. Zu diesen rechnen besonders Düngung, Saatmenge, Reihentfernung, Zeitpunkt der Saat. Stickstoffdüngung ist im Frühjahr nur in einer kleinen Gabe zu verabreichen, um ein zu langes Weichbleiben der Blattteile zu verhindern, Phosphorsäure trägt zur schnellen Festigung der Gewebe bei. Größere Saatmenge und kleinere Reihentfernung dienen zur Vermeidung einer lang ausgedehnten Bestockungsperiode und von Nachschossern. Die für die einzelnen Gegenden günstigste Saatzeit ist zu ermitteln. Die sogenannte Saatregel ist für die Bekämpfung von *Chlorops* unbrauchbar.

#### e) Die Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata* Fall.).

1. Das Verbreitungsgebiet der Getreideblumenfliege *Hylemyia* (*Leptohylemyia*) *coarctata* Fall., dieses durch biologische Besonderheiten ausgezeichneten Getreideschädlings unter den *Dipteren*, wird von Sorauer (147, 5. Bd., S. 42) mit dem mittleren und nördlichen Europa angegeben. Andere Autoren (Marchal 276, Kleine 273, Morris 279) führen außer den nordeuropäischen Ländern noch Lappland, Mittel- und Südrußland, Österreich, Tunis und Mesopotamien an. Nach Kleine (273), ist sie im Norden häufiger als im Süden. Diese Ansicht wird gestützt durch weitere Ausführungen Kleines, auf die später noch eingegangen wird. Weiter meldet Petherbridge (280), daß die Blumenfliege im Jahre 1882 zum ersten Male in England schädlich geworden sei, während die erste Einsendung an die österreichische Pflanzenschutzstation erst im Jahre 1913 erfolgte (Wahl 287).

In Deutschland ist die Blumenfliege überall vorhanden (siehe besonders 1, Berichte des S. A. f. Pflanzenschutz 1893, 1897, 1898, weiter namentlich Jahresber. 1903 usw., auch Frank 270). Relativ am seltensten wurde sie in Bayern aufgefunden. Es geht aus diesen Meldungen hervor, daß ganz Deutschland innerhalb des Gesamtverbreitungsgebietes der Blumenfliege liegt.

Sehr lange ist man im Unklaren gewesen über die Biologie der Getreideblumenfliege, namentlich über Generationsfolge und Eiablage. Bis über das erste Jahrzehnt dieses Jahrhunderts hinaus suchten Forscher wie Rörig (281, 1911), Börner (265, 1904 und später), Marchal (276, 1909), und Störmer und Kleine (286, 1911), die Existenz einer Sommergeneration der Blumenfliege und die Eiablage an bestimmten Pflanzen nachzuweisen. Erst durch die Arbeiten von Rostrup (282, 1911, 283, 1923), Kleine (273, 1915, 274, 1918), Hedlund (zitiert bei Kleine 274), Gemmil (271), Petherbridge (280, 1921) ergab sich einwandfrei, daß nur eine Generation im Jahre erscheint, die für die Ablage ihrer Eier direkt den Boden, und zwar frisch gepflügten, lockeren, nicht mit Pflanzen bestandenen, benutzt.

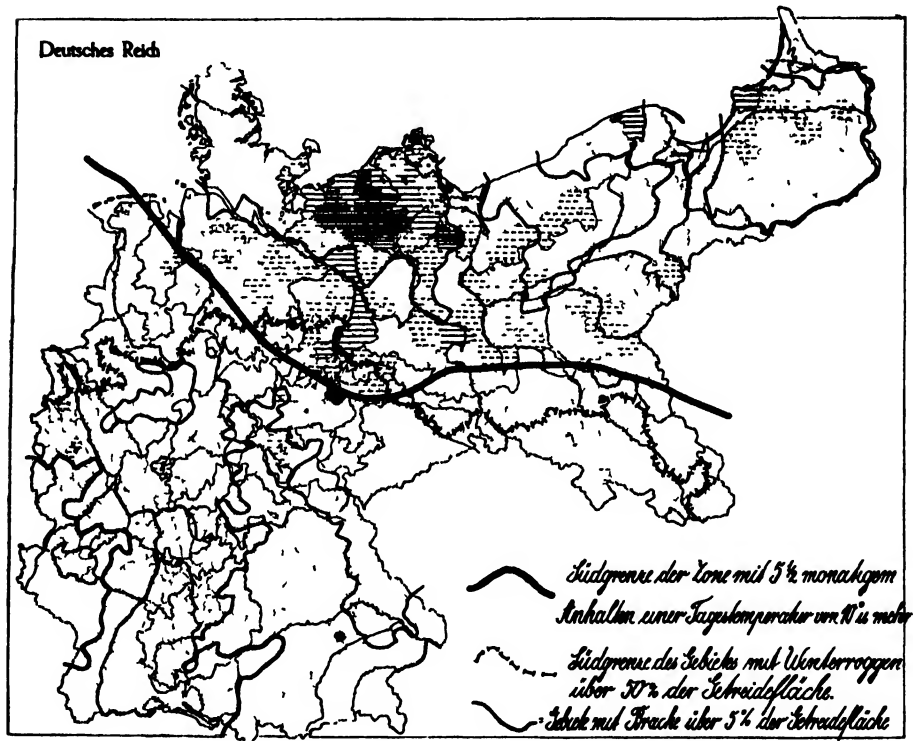
2. Das Schadgebiet der Blumenfliege ist auf der Karte V dargestellt. Kleine (273, 1915, S. 377) sagt: „Überblickt man die Literatur der letzten 20 Jahre, so kann man sagen, daß Nord-Deutschland am stärksten heimgesucht ist, in Mittel-Deutschland ist der Befall erheblich geringer, in Süd-Deutschland scheint er ohne Belang zu sein“. Die Karte bestätigt diese aus dem 20jährigen Zeitraum gewonnene Ansicht auch für die nunmehr vorliegenden 35 Jahre.

Eine klimatische Begrenzung, wie Götze meint (272), daß „die Blumenfliege sich hauptsächlich im nördlichen Klima findet“, läßt das Schadgebiet im Vergleich mit der Klimakarte von Deutschland (Werth 123) nicht erkennen. Reicht es doch vom nordatlantischen Bezirk, den es zu einem beträchtlichen Teil einnimmt, bis quer durch den ganzen subsarmatischen Klimabezirk und in der nördlichen Abzweigung bis in den baltischen Bezirk.

Eine Abhängigkeit von den Anbauarealen der Hauptwirtschaftspflanzen der Blumenfliege kommt auch nicht in Frage. Zwar scheinen einige Dinge dafür zu sprechen: 1. in England wird die *Hylemyia „Wheat-bulb fly“* genannt (Gemmil 271), 2. in Schweden heißt sie „Roggenfliege“ (Hedlund, zitiert bei Kleine 274), 3. aus der Provinz Sachsen meldet Molz (278), daß Weizen besonders gerne befallen werde, 4. die südliche Begrenzung des Schadgebietes fällt etwa zusammen mit der in die Karte eingezeichneten Südgrenze des norddeutschen Hauptroggenbaugebietes, in dem Winterroggen über 50 % der Getreidefläche einnimmt (auf Karte V nach Engelbrecht 126, Karte 1).

Dagegen sprechen jedoch die Berichte aus dem Hauptblock des Schadgebietes, aus Mecklenburg-Schwerin. In diesen wird in sämtlichen Jahren

Weizen und Roggen als befallen gemeldet (siehe Berichte Mecklenburg 4, 5). In den Meldungen aus den anderen Teilen des Schadgebietes sind ebenfalls diese beiden Hauptwirtschaftspflanzen immer genannt. Es erscheint natürlich, daß die Schäden in einem so ausgesprochenen Weizenbaugebiet, wie es die Provinz Sachsen darstellt, am Weizen stärker hervortreten. Dazu kommt, daß Weizen wegen seiner gegenüber dem Roggen geringeren Bestockungsfähigkeit in stärkerem Maße bei Befall zu Grunde gerichtet wird. Auch aus der übrigen Literatur (siehe Schulte zur Oven 285,



Karte V Schadgebiet der Getreidehalmenschniege

Gemmil 271, Rostrup 283) wird eine gebietsmäßig zu erfassende Bevorzugung von Roggen oder Weizen nicht bestätigt. Weiterhin spricht gegen eine Abhängigkeit von Anbauarealen der Winterungsfrüchte die Tatsache, daß Süd-Deutschland als Schadgebiet vollkommen ausfällt, obwohl auch dort Winterroggen- und Weizenbau einen sehr großen Prozentanteil der Getreidefläche einnehmen (vgl. Engelbrecht 126, Karte 1 und 3).

Somit muß eine andere Begründung dieser auffallenden Begrenzung des Schadgebietes der Blumenfliege gesucht werden. Gemmil (271) sagt in der Einleitung seiner Arbeit, in den letzten Jahren sei die Blumenfliege in Schottland und in anderen Gegenden mit kurzer Vegetations-

zeit der Gewächse aufgetreten. Der Begriff der „Vegetationszeit“ ist wie andere ein noch so wenig feststehender, daß damit kaum Vergleiche angestellt werden können. Was dient als Maßstab, die Wachstumszeit einer einzelnen Pflanze, einer Kulturpflanze oder einer Wildpflanze, eines Baumes oder eines Grases, oder die Dauer einer gewissen Temperatur? Dieser letzte Maßstab wird für die Unterscheidung von Vegetationszonen als der günstigste anzusehen sein.<sup>1)</sup> Seine Anwendung ergab auch eine wichtige Begrenzung des Schadgebietes der Blumenfliege. Das ist die Linie auf Karte V, welche die Zone mit  $5\frac{1}{2}$  monatigem Anhalten einer Tagestemperatur von  $10^{\circ}$  und mehr im Süden begrenzt (nach Supan 122). Es scheint danach, als ob die Getreideblumenfliege an Gebiete mit kürzerer Vegetationszeit gebunden ist. Die Erklärung dafür dürfte in folgenden Umständen zu suchen sein: Die Blumenfliege ist die einzige der wirtschaftlich wichtigen Getreidefliegen, die im Jahre nur eine Generation hat. Da für die Eiablage nur lockerer, unbestandener, frisch gepflügter Boden in Frage kommt, würden die Vollinsekten in Gegenden mit längerer Vegetationszeit, d. h. einem längeren Andauern höherer Temperatur, keinen solchen vorfinden. Denn zwischen Temperatur und Entwicklungsdauer eines Insekts besteht die Beziehung, daß mit höherer Temperatur die Entwicklungsdauer verkürzt wird (132, 134, 139, 148). In Gegenden mit längerer Vegetationszeit würde also die zur Entwicklung der Blumenfliege benötigte Wärmesumme (Kleine 141a, Watzl 148) durch früheres Eintreten höherer Temperaturen viel früher erreicht sein, als in Gegenden mit kürzerer Vegetationszeit. So würden die Imagines noch keine abgeernteten und frisch gelockerten Böden zur Eiablage vorfinden können.

3. Die folgenden Untersuchungen, die zur Nachprüfung einiger in der Literatur vertretener Meinungen angestellt wurden, stützen den aus der Karte des Schadgebietes abgeleiteten Befund.

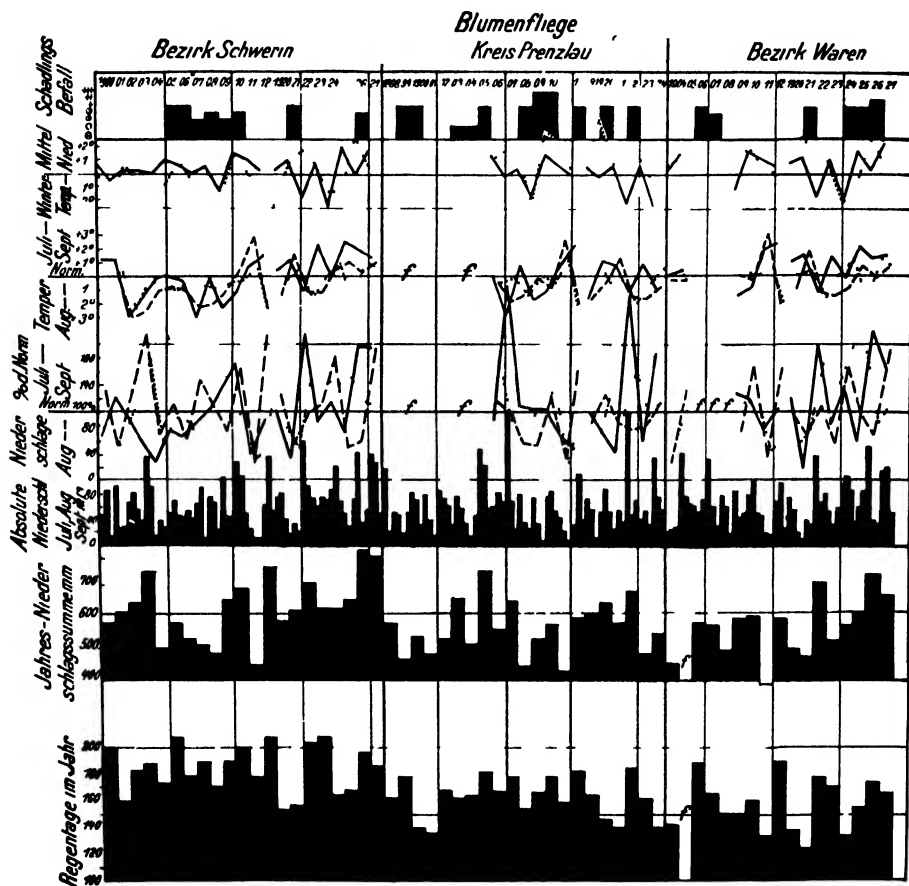
In allen Berichten der Hauptstellen für Pflanzenschutz wird immer wieder gemeldet, daß Winterung nach Brache besonders von der Blumenfliege heimgesucht werde (siehe namentlich Berichte Rostock 4, 5 u. a.). So schien zwischen Blumenfliege und Brache ein Zusammenhang zu bestehen. Es ergibt sich aber aus den in die Karte V eingefügten Linien der Gebiete mit Brache über 5% der Getreidefläche (nach Engelbrecht 126, Karte 39), daß auch hier, wie bei den Anbauarealen von Roggen und Weizen, die süddeutschen Teile des Brachegebietes völlig ausschalten. Dadurch ist erwiesen, daß die Brache an sich für das Schadgebiet der Blumenfliege nicht ausschlaggebend ist (siehe auch S. 606 betr. Vorfrucht).

Die verschiedensten Ansichten bestehen in der Literatur über den Einfluß der Witterung.

So wird im Bericht der Hauptstelle Rostock für das Jahr 1907 dem strengen Winter 1906/07 ein entschiedener Einfluß auf die geringe Ent-

<sup>1)</sup> Nach frdl. mündl. Mitteilung von Herrn Prof. Werth.

wicklung der Fliegen im Jahre 1907 (Berichte Rostock für 1907 S. 16), hingegen der milden Herbst- und Winterwitterung 1909/10 ein solcher für den ausgedehnten Befall im Jahre 1910 (Bericht Rostock 1910 S. 14) beigegeben. Kleine (273, S. 365) kommt zu dem Schluß, daß es für den Zeitpunkt des Larvenbefalles viel mehr auf die Frühjahrstemperaturen



Tafel VI

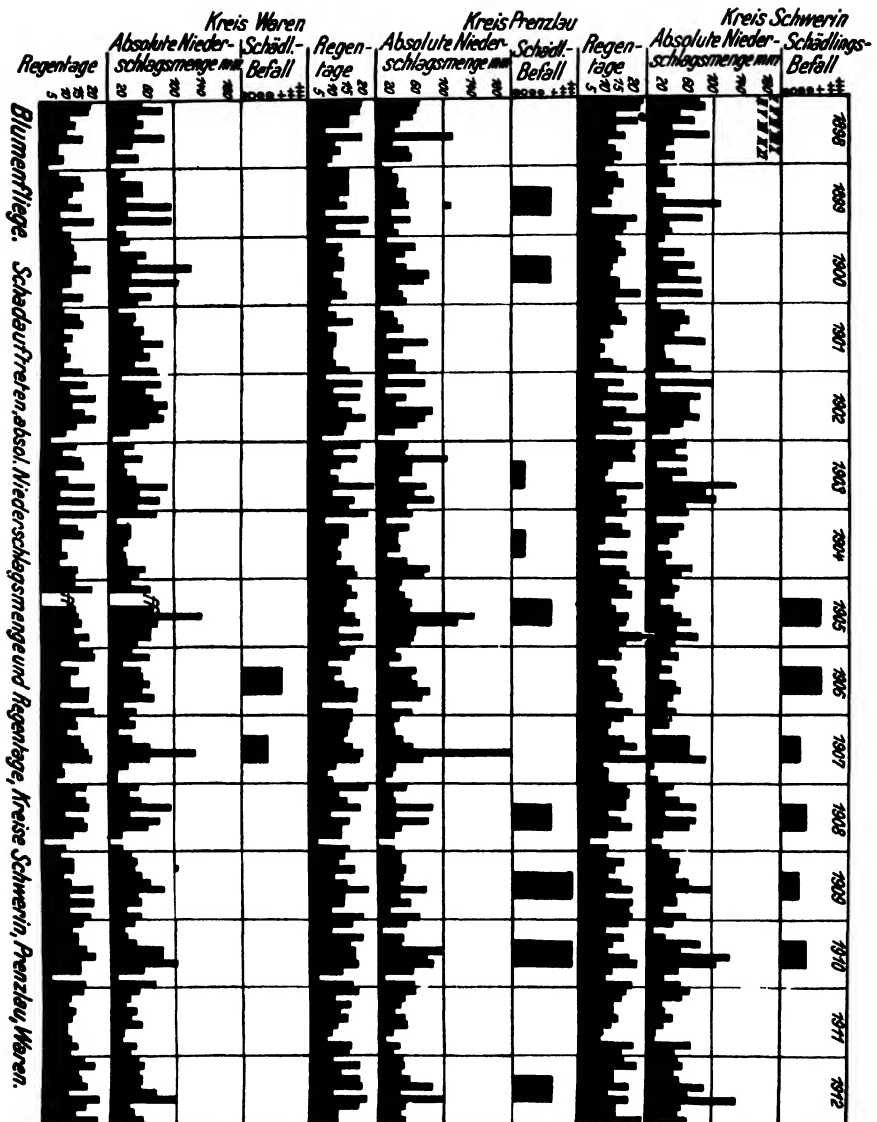
als auf die des Winters ankomme. Auf der Kurventafel VI sind die Wintermittel aus drei Kreisen des Schadgebietes für Temperatur und Feuchtigkeit dargestellt. Es geht aus diesen Kurven hervor, daß sowohl nach kalten Wintern (negative Abweichung von der Normalen) z. B. 1908/09 für Kreis Schwerin und Prenzlau, 1923/24 für Waren, wie nach milden (positive Abweichung von der Normalen) z. B. 1904/05 für Schwerin, 1909/10 für Schwerin und Prenzlau, 1920/21, 1924/25 für Waren, Schaden auftrat.

Verschiedene praktische Landwirte haben Kleine (274, S. 17), bestätigt, daß nach einem feuchten August im nächsten Jahre bestimmt mit Befall zu rechnen ist. Er belegt das mit einigen Angaben ohne genaue Wetter- und Ortsdaten. Zur Nachprüfung wurden die Temperatur- und Feuchtigkeitskurven der Monate Juli, August, September für die drei schon oben erwähnten Kreise des Schadgebietes nach der Abweichung von der Normalen und im Blockschema die absoluten Niederschlagsmengen der gleichen Monate (Kurventafel VI) konstruiert. Eine Bestätigung der zitierten Anschauung ergab sich nicht. In allen Kreisen kommt Befall sowohl nach feuchtem wie nach trockenem Verlauf des August sowie der beiden anderen Monate vor. Dieser Befund wird durch Rostrup gestützt (283), nach deren Beobachtungen in Dänemark starker Befall nach nassem und nach trockenem August eintrat.

Fast scheint aber Einiges auf eine Temperaturabhängigkeit hinzuweisen, allerdings nicht eindeutig, so daß hier nur für die Beobachtung bei künftigen Versuchen darauf hingewiesen sei. Im Zeitraum 1905—09 im Bezirksamt Schwerin und 1906—10 im Kreis Prenzlau liegen die Temperaturen der Monate Juli, August, September immer unter der Normalen (Tafel VI). Gerade diese beiden Zeiträume kennzeichnen aber für beide Kreise die längstdauernde zusammenhängende Befallsperiode.

Petherbridge (280) zitiert den Bericht eines Farmers, nach dem die Blumenfliege in trockenen Sommern schädlich werde, weil in feuchten Jahren die Eier nicht zur Reife kämen. Danach müßten die Schäden also besonders in Jahren mit relativ geringeren Niederschlägen auftreten. Kleine (273) aber ist der Meinung, daß ein relativ niederschlagsreicher Sommer im darauffolgenden Jahre starke Schäden auftreten läßt. Er sagt auf S. 382: „Nehmen wir dagegen die kritische Zeit (Sommer) an, 1909 feucht, 1910 reiches Fliegenjahr, 1911 heiß und trocken, 1912 schwacher Befall, 1912 feucht und warm (schlechtes Erntewetter!), 1913 starkes Fliegenjahr. 1913—1914 abfallend. 1914 trockene sonnige Zeit von Juli bis weit in den September, 1915 müßte meines Erachtens ein Jahr mit nur geringem Befall abgeben.“ Abgesehen davon, daß die Begriffe trocken und feucht ohne nähere Angaben keine Vergleichsmöglichkeit bieten, worüber an anderer Stelle grundsätzliche Ausführungen gemacht wurden (S. 570), soll also nach der einen Ansicht Trockenheit Schäden im gleichen Jahre, nach der anderen Feuchtigkeit Schäden im folgenden Jahre verursachen. Ob die Bedingungen in den beiden Ursprungsländern dieser Berichte verschieden sein können, sei dahingestellt. Die angestellte Nachprüfung auf Tafel VII, die im Blockschema Schädlingsauftreten, absolute Niederschlagsmengen in den Monaten Februar bis November, Regentage in denselben Monaten für die Kreise Schwerin, Prenzlau, Waren und den Zeitraum von 1898—1912 enthält, bestätigt keine der beiden Meinungen. Einige Beispiele zur Erläuterung:





Tafel VII.

## B.-A. Schwerin.

1902 Sommermonate ziemlich viel Niederschläge,	1902 } kein Befall
	1903 }
1907           "           "           "           "	1907, 1908 Befall
1904           "           "   wenig           "	1904 kein, 1905 Befall
1911           "           "           "           "	1911, 1912 kein Befall

## Kreis Prenzlau.

1905 Sommermonate ziemlich viel Niederschläge,	1905 Befall, 1906 kein Befall
1907           "           "           "           "	1907 kein, 1908 Befall
1904           "           "   wenig           "	1904, 1905 Befall
1901           "           "           "           "	1901, 1902 kein Befall.

## B.-A. Waren.

1910 Sommermonate ziemlich viel Niederschläge,	1910, 1911 kein Befall
1905           "           "           "           "	1905 kein, 1906 Befall
1904           "           "   wenig           "	1904, 1905 kein Befall.

Aus der Tafel VII ergibt sich also erstens, daß die Witterung der Sommermonate der Befallsjahre nicht eindeutig als trocken bezeichnet werden kann, zweitens, daß den Befallsjahren keine Sommer vorausgingen, die eindeutig nur relativ hohe Niederschlagsmengen gehabt hatten.

Die Vermutung, daß vielleicht die Zahl der Regentage in den Sommermonaten mitbestimmend sei, läßt sich aus der folgenden Tabelle als unzutreffend erkennen. Sie zeigt, daß Befall im nächsten Jahre (durch ein Kreuz bezeichnet) eintritt, gleichgültig ob in den Sommermonaten des vorigen Jahres viel oder wenig Regentage gewesen waren:

Tabelle 4.

Jahr	Kreis Schwerin			Kreis Prenzlau			Kreis Waren		
	Zahl der Regentage		folgendes Jahr Befall	Zahl der Regentage		folgendes Jahr Befall	Zahl der Regentage		folgendes Jahr Befall
	Juli	August		Juli	August		Juli	August	
1898 . .				20	10	+			
1899 . .				14	6	+			
1900 . .				9	12				
1902 . .				16	21	+			
1903 . .				11	24	+			
1904 . .	7	18	+	11	12	+	8	10	+
1905 . .	19	18	+	17	19		14	15	+
1906 . .	14	15	+	13	18		11	18	
1907 . .	15	25	+	20	19	+	18	19	
1908 . .	16	20	+	15	12	+			
1909 . .	20	10	+	22	13	+			
1910 . .	19	22		17	18				
1911 . .				10	8	+			

Auch die Zusammenstellung der Jahresniederschlagssummen sowie der Summen der Regentage der einzelnen Jahre (Kurve Tafel VI) zeigt keine Zusammenhänge mit den Befallsperioden. Somit dürfte als einzige richtige Vermutung über den Einfluß der Witterung im Zusammenhang mit der Blumenfliege die verschiedentlich (Esmarch 269, Berichte Rostock) geäußerte bestehen bleiben, daß der Befall desto stärker in Erscheinung tritt, je mehr die Frühjahrswitterung das schnelle Wachstum und die rasche Entwicklung der Pflanzen hintanhält. Untersuchungen darüber wurden vom Verfasser aus früher dargelegten Gründen (vgl. Abschnitt über *Chlorops* S. 594) nicht angestellt.

Die Frage: Bevorzugt die Blumenfliege bestimmte Bodenarten, ist früher auf die verschiedenste Weise beantwortet worden. Nach den Zuchtversuchen von Kleine (273, S. 370) hatte ständige Nässe oder ständige Trockenhaltung verschiedener mit Eiern belegter Bodenarten keinen Einfluß auf den Entwicklungsgang der Blumenfliege. Es darf nach den Ergebnissen der Untersuchungen von Kleine (273, 274), Rostrup (283) und Blunck und Becker (264) folgendes als feststehend angesehen werden: Nicht irgend eine Bodenart an sich wird von der Blumenfliege bevorzugt oder gemieden, sondern der Nässezustand des Bodens ist ausschlaggebend dafür, ob die Fliege ihn zur Ablage der Eier benutzt. Immer braucht sie unbebauten, frisch gepflügten, lockeren Boden zur Eiablage, meidet aber dabei Böden, die sich in einem zu großen Nässezustand befinden. Das so oft empfohlene Tiefunterpflügen der Eier dürfte für die Bekämpfung keinen Wert haben, nachdem Kleine in den schon oben angeführten Zuchtversuchen feststellte, daß die Larven sich in allen Bodenarten gleichmäßig gewandt auf der Suche nach ihren Wirtspflanzen bewegen. Weiter ergaben Gemmils (271) Versuche, daß eben geschlüpfte Larven schon 5—6 Tage, halberwachsene bis 15 Tage ohne Nahrung auf der Wanderung aushalten können.

Schon früher wurde auf die Meldungen über Befall der nach Brache gebauten Winterung (siehe S. 601) hingewiesen. Im Zusammenhang damit glaubte man der Vorfrucht die Schuld am Schadaufreten der Blumenfliege zuschieben zu sollen. Von den verschiedensten Autoren wurden bestimmte schlechte Vorfrüchte festgestellt (Blunck-Becker 264, Frühkartoffeln, Steckrüben, Kleine 273, Brache, De Jong 267, Frühkartoffeln, Berichte Rostock 4, 5, Brache u. a.). Kleine (273, S. 377) will das Fehlen der Blumenfliege in Süddeutschland auf die dortigen Wirtschaftsformen zurückführen. Aus den Arbeiten der D.L.G. über Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft kann man die einzelnen Wirtschaftsformen nicht gebietsmäßig festlegen. Zumal bei der Fruchtfolge finden sich in jedem Landesteil, in jedem Kreise derartig viele Verschiedenheiten, daß daraus für den vorliegenden Fall keine Schlüsse gezogen werden können. Überall sind die gebräuchlichsten Arten der Fruchtfolge in buntem Gemisch vertreten. Auch für diese Frage lassen sich die neuesten

Ergebnisse dahingehend kennzeichnen (Kleine 274, S. 22, Molz 278), daß nicht die Vorfrucht selbst das Schädliche ist, sondern der Zustand des Bodens in der Zeitspanne zwischen der Ernte der Vorfrucht und der Bestellung der neuen Saat. Je länger der Boden ohne Pflanzenbestand und je länger die Spanne von der (meist aus anderen Gründen unentbehrlichen) Schälffurche bis zur Saatfurche ist, desto günstigere Gelegenheit hat die Blumenfliege, ihre Eier abzulegen.

### **Zusammenfassung über die Getreideblumenfliege.**

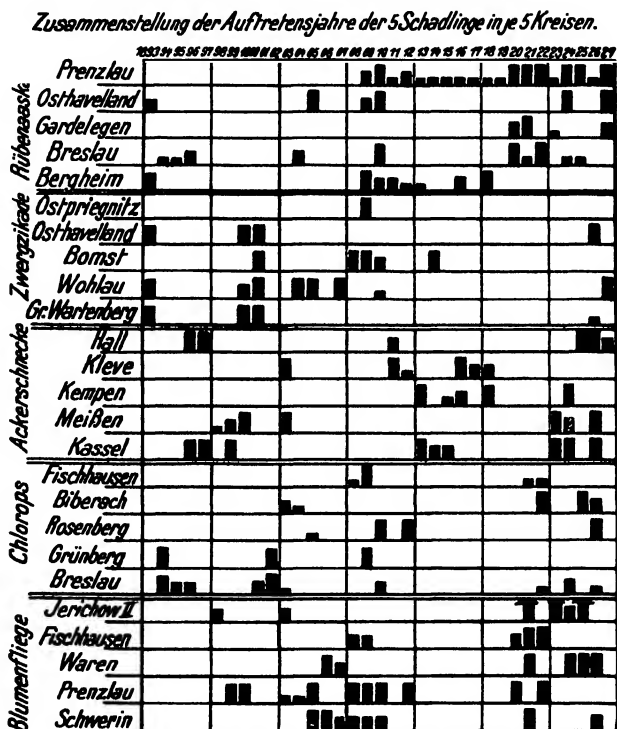
1. Das Verbreitungsgebiet umschließt ganz Deutschland.
2. Die Karte zeigt, daß das Schadgebiet der Blumenfliege nicht über die Südgrenze der Zone hinausgeht, in der eine Tagestemperatur von  $10^{\circ}$  und mehr  $5\frac{1}{2}$  Monate anhält. Da die Blumenfliege nur eine Generation jährlich aufweist, scheint ihr Schadgebiet an Zonen mit kurzer Vegetationszeit gebunden zu sein, damit die Zeit der Eiablage in die Zeitspanne zwischen Ernte und Neusaat fällt, in der allein frischer, lockerer, gepflügter Boden vorhanden ist.
3. Eine Abhängigkeit von Anbauarealen der Hauptwirtschaftspflanzen Roggen und Weizen ist nicht vorhanden.
4. Desgleichen konnte eine Abhängigkeit von bestimmten Witterungseinflüssen (Wintertemperaturen, feuchtem August, feuchten oder trockenen Sommern, Zahl der Regentage) nicht festgestellt werden.
5. Wirtschaftsformen und Brachegebiet sind nicht ausschlaggebend.
6. Die Blumenfliege bevorzugt keine bestimmte Bodenart, nur der Nässezustand des Bodens ist ausschlaggebend: Nasse Böden werden bei der Eiablage gemieden.
7. Die Art der Vorfrucht steht in keinerlei Beziehungen zum Befall. Von Einfluß ist die Zeitspanne, in welcher der Boden sich zwischen Ernte und Neusaat in lockerem, gepflügtem Zustand befindet.

### **B. Vergleich der Schädlinge miteinander.**

Es erscheint wichtig, die behandelten Schädlinge noch einem Vergleich zu unterziehen. Auf Tafel VIII sind die Jahre des Auftretens der fünf Schädlinge aus je fünf Kreisen untereinandergestellt. Zwar bestehen zwischen den hier behandelten Schädlingen keine Beziehungen in dem Sinne, daß sie wie Glieder einer Kette einander am gleichen Ort im Auftreten folgen (Jungner 119: Über den klimatisch-biologischen Zusammenhang einer Reihe von Getreidekrankheiten während der letzten Jahre). Eine derartige Betrachtung war auch in dieser Arbeit nicht beabsichtigt. Vielmehr müssen hier die großen Perioden des Auftretens der einzelnen Schädlinge im Zeitraum von 1893—1927 und die Dauer der einzelnen Perioden verglichen werden.

Es ist aus der Tafel VIII zu erkennen, daß der Rübenaskäfer außer einer kleinen Periode im Anfang der Berichtszeit (1893—1896) eine wechselnd starke, langausgedehnte Periode von 1909—1927 aufweist.

Die Zwergzikade dagegen hat eine abklingende Periode 1893 (s. Bericht des S. A. für das Jahr 1893, S. 17: Fortsetzung der Epidemie des Jahres 1892) und eine weitere von 1900—1910. Danach tritt eine große Pause ein, die bis zum Auftreten im Jahre 1926 und 1927 dauert.



Tafel VIII.

Die Ackerschnecken haben drei Perioden während der Berichtszeit, die erste 1896—1899, die zweite 1911—1918, die dritte 1923—1927.

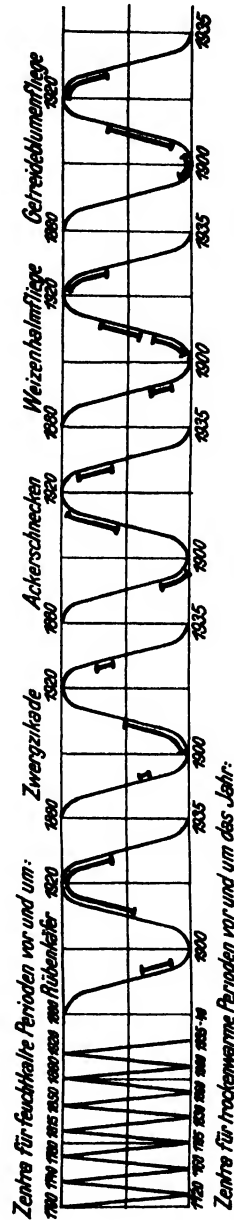
Zerstreute und mehr verteilte Perioden zeigt die Weizenhalmfliege, trotzdem auch hier eine gewisse Häufung in den Jahren 1902—1912 und 1921—1926 zu erkennen ist.

Die Blumenfliege hat wiederum zwei scharf hervortretende Perioden von 1903—1912 und 1920—1926.

Die Dauer der einzelnen zusammenhängenden Befallsperiode beträgt beim Rübenaskäfer 3—5 Jahre, bei der Zwergzikade 2—3 Jahre, bei der Ackerschnecke 3 Jahre, bei der Weizenhalmfliege 1—2 Jahre, bei der Blumenfliege 2—3 Jahre.

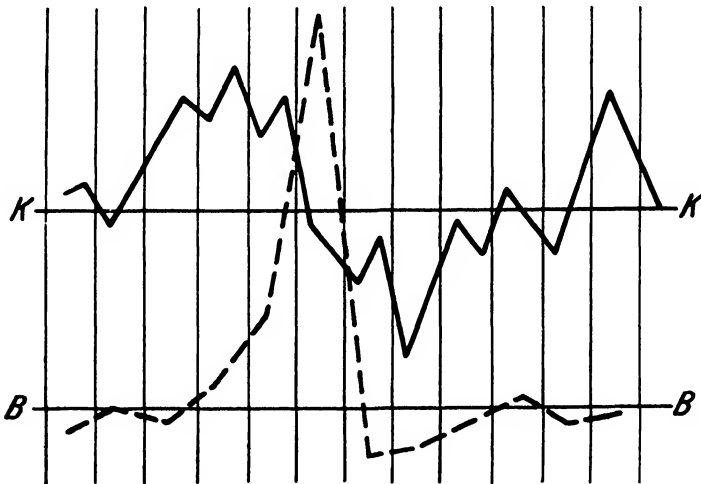
In das von Jungner (206, S. 34) aufgestellte Schema der Schwankungen des Klimas wurden auf Tafel IX die Befallsperioden der fünf Schädlinge eingezeichnet. Es geht daraus hervor, daß die Befallsperioden der Zwergzikade und Ackerschnecke einander ausschließen. Die Hauptperiode der Zwergzikade liegt nach dem Höhepunkt des trockenwarmen Zentrums, während die der Ackerschnecken vor und nach dem Höhepunkt des feuchtkalten Zentrums liegen. Bei den übrigen drei Schädlingen, bei denen keine maßgebliche klimatische Abhängigkeit festgestellt wurde, verteilen sich die Befallsperioden auf die trockenwarme und die feuchtkalte Klimaperiode.

Bremer hat neuerdings versucht, die Ablaufformen des Massenauftritts von Insekten nach zwei schematischen Typen zu ordnen (Bremer 156 a, S. 263). Er will diesen in Kurven dargestellten Typen die Massenzahlen des betreffenden Insekts in den einzelnen Jahren zugrunde legen und bezeichnet als den einen extremen Typ den K(Kohlweißlings)-Typ, als anderen den B(Baumweißlings)-Typ (s. Kurve 10). Der erste ist dadurch charakterisiert, daß die jährliche Massenzahl um ein ziemlich hohes Mittel in verhältnismäßig engen Zwischenräumen schwankt, während sich beim B-Typ unter einer längeren Reihe von Jahren nur ein einziges durch abnorm hohe Massenzahl auszeichnet, vorher und nachher aber fast verschwindend kleine Massenzahlen vorherrschen. Bremer zieht daraus die Folgerung, daß polyvoltine Insekten (solche mit erblicher Veranlagung für mehrere Generationen jährlich) mehr zum K-Typ, univoltine jedoch mehr zum B-Typ neigen. Daß dieses Schema an sich die Ablaufformen des Massenauftritts richtig wiedergibt, leuchtet ein. Jedoch liegen bisher noch keine statistischen Angaben über die „Massenzahl“ = die allgemein jährlich vorhandene durchschnittliche Anzahl des betreffenden Insekts vor. Es wurde daher der Versuch gemacht, aus den Auftretensmeldungen der bearbeiteten fünf Schädlinge einen Maßstab für die Ablaufformen des Massenauftritts zu gewinnen. Die



Tafel IX.  
Schema der Klimaschwankungen nach Jungner.

Zusammenstellung der Jahre des Auftretens jedes Schädling in je 5 Kreisen (Tafel VIII) zeigt bei dem Rübenaskäfer eine langgedehnte Periode mit Schäden fast in jedem Jahre. Das würde darauf hindeuten, daß der Ablauf des Massenauftritts des Rübenaskäfers mehr nach dem Typ der K-Kurve erfolgt. Der Rübenaskäfer mit nur einer Jahresgeneration gehört aber zu den univoltinen Insekten, für die nach Bremer die B-Kurve gelten soll. Die Getreideblumenfliege, ebenfalls zu den univoltinen Insekten gehörig, läßt in ihren zwei scharf begrenzten Perioden eine gewisse Anlehnung an den B-Typ erkennen, während die Weizenhalmfliege mit ihren mehr zerstreuten Auftretensperioden zu keinem der beiden Kurventypen hinneigt. Sie müßte als polyvoltines Insekt sich



Kurve 10 (nach Bremer).  
Typen des Massenwechsels von Insekten.

dem K-Typ nähern. Ackerschnecke und Zwergzikade müßten als polyvoltine Tiere ebenfalls dem K-Typ zuneigen, jedoch läßt sich das aus der Zusammenstellung nicht erkennen, zumal bei diesen beiden Schädlingen die maßgebliche Abhängigkeit von klimatischen Faktoren festgestellt wurde. So scheint sich aus dem statistischen Material der Jahresberichte kein Maßstab ableiten zu lassen, der gestattet, den Ablauf des Massenauftritts gemäß den Feststellungen Bremers zu erfassen.

Mehrmals sind in der Literatur Stimmen laut geworden, die die Perioden des Auftretens der Schädlinge mit den Sonnenfleckenperioden in Beziehung zu bringen suchen. Es ist festgestellt, daß Perioden starker Fleckenbildung (Sonnenfleckenmaxima) mit solchen geringster Fleckenbildung (Sonnenfleckenminima) in bestimmten Zeiträumen abwechseln. Schwabe hat die Dauer einer Periode von Maximum zu Maximum mit 10 Jahren, Wolf nach genauerem Durcharbeiten mit 11,11 Jahren

angegeben (nach Pringsheim<sup>1)</sup>. Es liegen nun Beobachtungen vor, nach denen in 11jährigem Rhythmus gewisse Tiere bestimmte Ost-Westwanderungen ausführen; auch wurde mehrmals (Meyer 143) das Auftreten von Insektenkalamitäten auf die Sonnenfleckenperiode zurückgeführt. Wenn auch die Tatsache zutrifft, daß Insektenkalamitäten und Sonnenfleckenmaxima oder -minima einige Male zusammentrafen, so konnte doch nicht festgestellt werden, daß Kalamitäten eines bestimmten Schädlings immer mit Sonnenfleckenmaxima oder -minima zeitlich übereinstimmen. Pringsheim<sup>1)</sup> betont schon, daß die durch starke Fleckenbildung hervorgerufene Minderung der Strahlungsintensität der Sonne durch die vermehrte Strahlungsintensität der in gleichen Perioden auftretenden sogenannten „Fackeln“ aufgehoben wird. Es fällt also immer die Periode starker Fackelbildung mit der Periode starker Fleckenbildung zusammen, wodurch eine spürbare Wirkung auf irdische Vorgänge nicht zustande kommt. Pringsheim<sup>1)</sup> sagt auf S. 72: „In der Tat ist bisher kein irdischer Vorgang bekannt geworden, den man auf die Veränderung der Sonnenstrahlung infolge der Periodizität der Sonnentätigkeit zurückführen könnte. Es ist keine mit der Sonnentätigkeit zusammenhängende periodische Schwankung des Klimas, keine periodische Veränderung irgendwelcher meteorologischer Elemente, wie der Regenmenge, der Winde usw. sicher nachgewiesen worden.“

### III. Ergebnisse der Auswertung der Jahresberichte und der Festlegung von Schadgebieten für den Pflanzenschutz.

Wenn im Vorstehenden der Versuch gemacht worden ist, die Schadgebiete einiger tierischer Krankheitserreger der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen festzulegen und daraus Schlüsse auf die Abhängigkeitsfaktoren dieser Schädiger zu ziehen, so muß die Frage beantwortet werden, ob und in wieweit diese Ergebnisse für die Pflanzenschutzforschung von Wert sind. Schon im Anfang wurde betont, daß das Ziel der Pflanzenschutzforschung die Ermöglichung von Voraussagen für das Eintreten von Schäden sein muß. Es hat sich in den letzten Jahren auf Grund vorliegender Sonderaufgaben immer mehr die Erkenntnis Bahn gebrochen, daß der Weg zu diesem Ziel über die epidemiologische Forschung führt. Diese will mit Hilfe von Versuchen die begrenzenden und fördernden Faktorenkomplexe für die von jedem einzelnen Schädling verursachten Kalamitäten klarlegen. Dafür ist die Mitarbeit der Meteorologie, Phänologie, Biologie, Ökologie, Pflanzen- und Tiergeographie und Klimatologie nicht zu entbehren. Auf die von diesen Wissenschaften zu liefernden Grundlagen muß sich die epidemiologische Untersuchung stützen.

<sup>1)</sup> Physik der Sonne, Teubner, Leipzig u. Berlin 1910.



Es liegen bereits gewisse Möglichkeiten für die Voraussage von Kalamitäten vor, die besonders im Forstschutz schon allgemeinere Bedeutung erlangt haben und Anwendung finden. Auch für einige pflanzliche Parasiten sind schon die Gesetzmäßigkeiten ihrer Abhängigkeit von gewissen Faktoren erkannt. (*Fusicladium*, Aderhold 26 und Bremer 152, u. 153; *Peronospora* der Reben, Müller 165 u. 165 a). Die Forschungen auf dem Gebiete der tierischen Schädlinge beschränken sich bis jetzt auf wenige große Arbeiten (Rübenaaskäfer, Rübenfliege), die durch ausbrechende Kalamitäten angeregt wurden. Ihre Bearbeitung vom Standpunkte der epidemiologischen Forschung hat sehr wichtige Aufschlüsse gegeben und auch Möglichkeiten für die Voraussage geschaffen. So hat die Epidemiologie im Pflanzenschutz eine große Aufgabe vor sich, nämlich: Alle Schädiger zu untersuchen, um nach Möglichkeit für jeden eine Voraussage seines Schadauftritts zu erhalten.

Zu gleicher Zeit kann aber ein so großes Arbeitsgebiet nicht in Angriff genommen werden. Hinzukommt, daß bei dem mehr oder weniger periodischen Verlauf der von jedem Schädling verursachten Krankheiten nicht die Möglichkeit vorhanden sein kann, diese Arbeiten zur gleichen Zeit aufzunehmen. Möglich ist es aber, aus dem bereits vorliegenden Beobachtungsmaterial der Jahresberichte das Schadgebiet jedes Schädlings festzulegen. Möglich ist es auch, aus dieser Festlegung gewisse Schlüsse auf die Abhängigkeit des betreffenden Schädlings zu ziehen. So werden durch diese Vorarbeiten der praktischen, mit Versuchen arbeitenden epidemiologischen Forschung die Wege geebnet. Die Aufmerksamkeit wird auf den im Schadgebiet jedes Schädlings möglichen Ausbruch von Kalamitäten hingelenkt, die allgemeine Beobachtungstätigkeit kann darauf sofort eingestellt werden und mancherlei Fingerzeige für vielleicht wichtige Faktoren werden der Versuchsanstellung bereits mitgegeben.

Der beste Beweis dafür, daß der Begriff und die Festlegung des Schadgebietes für die weitere epidemiologische Forschung unumgängliche Notwendigkeit ist, dürfte die Tatsache sein, daß Blunck und Bremer, Führer auf dem Gebiete der epidemiologisch geführten Arbeiten der letzten Jahre, sich in ihren eben erschienenen Veröffentlichungen (151 und 156 a) mit diesem Begriff beschäftigen. Bremer unterscheidet (156 a) Gesamtverbreitungsgebiet, Massenverbreitungsgebiet und Gebiet der dauernden Schädigungen. Diese Einteilung ähnelt durchaus der in dieser Arbeit vorgenommenen; das Gebiet mit schwachen Schäden (Schraffur 2) würde dem Massenverbreitungsgebiet entsprechen.

Aber nicht nur für die Vorbereitung der Arbeiten der praktischen epidemiologischen Versuchstätigkeit hat die Bearbeitung der vorhandenen Jahresberichte große Bedeutung. Auch die nachträgliche Überarbeitung der epidemiologischen Ergebnisse an Hand der Berichte hat für die Voraussage wichtige Gesichtspunkte ergeben. Von den in dieser Arbeit behandelten Schädlingen ist allein der Rübenaaskäfer durch die Arbeiten

von Blunck und Görnitz (177), Blunck und Janisch (181), Bremer (182), Weber (203) bereits untersucht worden. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sind durch die vorliegende bestätigt worden, haben aber eine Erweiterung dadurch erfahren, daß für die Voraussage eintretender Kalamitäten die Wichtigkeit des Witterungsverlaufes des Monats März erkannt wurde.

Bei der stattgefundenen Durcharbeitung der bisher vorliegenden Berichte konnte es nicht ausbleiben, daß die ihnen anhaftenden Mängel besonders hervortraten. Es sei gestattet, auf die wichtigsten Punkte aufmerksam zu machen, um womöglich die Abstellung dieser Mängel bei der Sammlung zukünftigen Materials zu erreichen.

Schon in den letzten Jahresberichten tritt immer stärker die Notwendigkeit und der Nutzen kartographischer Darstellung der aufgetretenen Schädigungen hervor. Die Bedeutung der in dieser Arbeit angewandten Darstellungsmethode für die Verwendung des gesamten eingehenden Meldungsmaterials wurde schon früher hervorgehoben. Wenn aber anerkannt werden muß, daß eine Verwertung des gesamten Materials im Sinne der epidemiologischen Forschung liegt, so würde diese Arbeit wesentlich dadurch erleichtert werden, daß jeder Meldung des Auftretens von vornherein der zugehörige Kreis beigelegt wird.

Der maßgebende Einfluß der klimatischen und Witterungsfaktoren Temperatur und Feuchtigkeit braucht kaum noch hervorgehoben zu werden. Ihre besondere Beobachtung und Aufzeichnung, gerade auch an den Orten des Auftretens, ist bisher aber sehr im Hintertreffen. Es wäre wünschenswert, daß nicht nur, wie bisher, von den Hauptstellen ein allgemeiner Überblick über den Witterungsverlauf in ihrem Bezirk gegeben wird, sondern daß den angestellten Beobachtungen und besonders den eingehenden Versuchen genaue Witterungsdaten hinzugefügt werden. Gerade die den Jahresberichten vieler Hauptstellen für Pflanzenschutz angefügten Ergebnisse der Untersuchungen innerhalb ihres Bereiches über einzelne Fragen bilden ein wertvolles und wesentliches Material für den Vergleich einzelner Krankheitserreger in verschiedenen Bezirken und sollten daher tunlichst im Zusammenhang mit den Jahresberichten beibehalten und so genau wie möglich mit nachzuprüfenden Daten ausgestattet werden. Zu dieser Ausstattung mit genaueren Daten gehört weiter, — das wurde auch in der Literatur oft vermißt —, daß der Meldung über das Auftreten oder dem Bericht über angestellte Beobachtungen genaue Zahlen über Tag und Monat sowie über den Ort der Beobachtung und die zugehörige bzw. zugezogene Wetterstation beigegeben werden. Im Zusammenhang mit den schon einleitend erwähnten Aufgaben zur Klarstellung verschiedener Begriffe wird erst durch solche genauen Angaben die Möglichkeit für vergleichende Nachprüfung geschaffen.

Wenn von den eingelaufenen Meldungen zuerst hintereinander die Orte genannt werden und später die Ausführungen der einzelnen

Meldungen wiedergegeben werden, wie es in vielen Berichten geschehen ist, so ist eine Numerierung oder eine andere Kennzeichnung der Zusammengehörigkeit nützlich. Vielfach nämlich ergeben die Ausführungen der Beobachter wichtige Anhaltspunkte.

Die bedeutendste Aufgabe der Zukunft, die in diesem Zusammenhang zu erwähnen ist, bleibt die Aufstellung einer einheitlichen Norm für die zahlenmäßige Erfassung des Auftretens und des Schadens. Beide Begriffe sind voneinander zu trennen. Ein einwandfreier Vergleich der Meldungen wird erst dadurch gewährleistet, daß für die Feststellung der Häufigkeit des Auftretens einheitliche Zahlenmaße zugrunde gelegt werden und daß gleichzeitig die Höhe des angerichteten Schadens nach einheitlichem System erfaßt wird. Die dabei anzuwendenden Maßstäbe zu erörtern, ist hier nicht der Platz. Kein Zweifel aber besteht darüber, daß zwei Vorteile sich aus einem solchen System ergeben würden: 1. die Vereinheitlichung der gesamten Meldungen und Beobachtungen durch die Schaffung zahlenmäßiger Maßstäbe würde den Vergleich und die Auswertung wesentlich erleichtern. 2. Die exakte Schadensschätzung ist für die Statistik deshalb wertvoll, weil mit ihrer Hilfe die der Land- und Volkswirtschaft durch die Krankheitserreger erwachsenen Schäden zu erfassen sind, desgl. auch die Leistungen des Pflanzenschutzes eindringlich klargestellt werden können (Morstatt 164).

Wie diesem ganzen Problem der Trennung von eigentlicher Meldetätigkeit und Pflanzenschutzstatistik beizukommen ist, haben Schwartz (168) und Bremer (154) aufgezeigt. Ihre Gedanken waren folgende: Das Beobachternetz und damit der Meldedienst muß so ausgebaut werden, daß dadurch dem Pflanzenschutzdienste ein möglichst weiter, ins einzelne gehender Überblick über alle phytopathologischen Geschehnisse gewährleistet wird. Nebenher muß an zahlenmäßig wenigen Stellen eine exakte Versuchsanstellung mit ganz konkretem Umriß der wichtigsten zu klärenden Fragen laufen. Diese Versuchstätigkeit muß unter Heranziehung aller irgendwie fördernden Hilfsquellen an demselben Orte eine Reihe von Jahren durchgeführt werden, um die Zusammenhänge zwischen den Krankheitserregern und den bestimmenden Faktoren der Umwelt zu erkennen.

Für eine Verwirklichung dieser Forderungen bedeutet die Festlegung der Schadgebiete der einzelnen Krankheitserreger ebenfalls eine Förderung. Die Orte der exakten Versuchsanstellung könnten so verteilt werden, daß je einer oder mehrere in den Zentren des Schadgebietes jedes Schädlings liegen und ebenso einer oder mehrere zur Kontrolle und Beobachtung in den Gebieten außerhalb des eigentlichen Schadgebietes. Mit der Festlegung der Schadgebiete der einzelnen Krankheitserreger aus den vorhandenen Jahresberichten würde also die Erkenntnis der Zusammenhänge zwischen den Krankheitserregern und ihren Abhängigkeitsfaktoren erleichtert und vertieft und damit der Beobachtungstätigkeit,

der epidemiologischen Forschung und dem gesamten Pflanzenschutz weitere Möglichkeiten zur Schaffung zuverlässiger Vorhersagen erschlossen werden.

### **Zusammenfassung.**

Die Festlegung der Schadgebiete<sup>1)</sup> der einzelnen Krankheitserreger aus den statistischen Meldungen der Jahresberichte ist für den Pflanzenschutz wichtig aus folgenden Gründen:

1. Erst die Kenntnis der Abhängigkeitsfaktoren der einzelnen Schädlinge aus ihrer Umwelt bietet die Möglichkeit, eintretende Schäden gegebenenfalls voraussagen und vorbeugende Maßnahmen ergreifen zu können.
2. Der Weg zur Erkennung der Abhängigkeitsfaktoren führt über die epidemiologische Forschung.
3. Die Festlegung des Schadgebietes jedes einzelnen Krankheitserregers aus den Meldungen der Pflanzenschutzberichte bildet die Vorarbeit für die praktische epidemiologische Forschung.
4. Auch die nachträgliche Bearbeitung von bereits epidemiologisch untersuchten Schädlingen ergibt wichtige Gesichtspunkte für die Voraussage eintretender Schäden.
5. Durch die Bearbeitung der Meldungen der vorhandenen Jahresberichte werden der Beobachtungsmöglichkeit (Meldedienst) und der Versuchsanstellung wertvolle Hinweise gegeben und der zu erstrebenden Pflanzenschutzstatistik die Wege gebnet.

Die vorliegende Arbeit wurde in der Zeit vom 1. Mai 1927 bis Ende Februar 1929 im Laboratorium für Phänologie und Meteorologie der Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft in Berlin-Dahlem angefertigt. Für die Überlassung des Arbeitsplatzes sage ich Herrn Geheimrat Prof. Dr. Appel, Direktor der Biologischen Reichsanstalt meinen verbindlichsten Dank. Das Arbeitsthema wurde mir von Herrn Geheimrat Appel und Herrn Oberregierungsrat Prof. Dr. Werth gestellt; hierfür und für die jederzeitige freundliche Förderung meiner Arbeit bin ich beiden Herren zu großem Danke verpflichtet. Ganz besonders möchte ich aber Herrn Dr. S. Wilke für die vielfache Anregung und freundliche Hilfe bei der Beschaffung des Materials und der Literatur meinen Dank zum Ausdruck bringen.

<sup>1)</sup> Zusammenfassung über die einzelnen Schädlinge siehe Seite 577, 583, 586, 598, 607.

## Literatur.

### I. Pflanzenschutzberichte.

1. Berichte des Sonderausschusses für Pflanzenschutz der D. L.-G. vom Jahre 1893 bis 1904. Arb. d. D. L.-G. Nr. 5, 8, 19, 26, 29, 38, 50, 60, 71, 82, 94, 107.
2. Berichte über Landwirtschaft Nr. 5, 13, 16, 18, 25, 27, 30, 38 (herausgegeben vom Reichsamt d. Innern). Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen in den Jahren 1905—1912.
3. Bericht über die Tätigkeit der Pflanzenschutzstelle der L. K. f. Ostpreußen für die Jahre 1907, 1908, 1909. Arb. d. L.-K. Ostpreußen Nr. 11, 15, 20.
4. Berichte der Hauptsammelstelle f. Pflanzenschutz Rostock f. d. Jahre 1905—1910. Landw. Annalen des Meckl. Patriot. Vereins. Jahrgänge 1906—1911.
5. Berichte der Hauptsammelstelle Rostock f. d. Jahre 1911, 1912, 1913, 1914, 1915. Stuttgart, Eugen Ulmer.
6. Honcamp, F., Die landw. Versuchsstation Rostock 1875—1925 und Beiträge. Rostock, Hinstorff, 1925.
7. Berichte über Auftreten von Feinden und Krankheiten der Kulturpflanzen in der Rheinprovinz im Jahre 1910 Veröff. 3 d. L.-K. f. Rheinprov. 1911; i. J. 1911 Veröff. 4 d. L.-K. f. Rheinprov. 1912; i. J. 1912 Veröff. 1 d. L.-K. f. Rheinprov. 1913; i. J. 1913 Veröff. 3 d. L.-K. f. Rheinprov. 1915; i. J. 1914 Veröff. 1 d. L.-K. f. Rheinprov. 1916; i. J. 1915 Veröff. 4 d. L.-K. f. Rheinprov. 1916; i. J. 1916 Veröff. 3 d. L.-K. f. Rheinprov. 1919; i. J. 1917 Veröff. 3 d. L.-K. f. Rheinprov. 1919; i. J. 1918 Veröff. 4 d. L.-K. f. Rheinprov. 1920; i. J. 1919 Veröff. 4 d. L.-K. f. Rheinprov. 1920.
8. Phytopathologische Berichte der Zentralstelle für die Fürstentümer Reuß a. L. und j. L. 1907—1917. Gera, Geraer Verlagsanstalt und Druckerei.
9. Amtsblatt der L.-K. Kassel 1908, 1909. Berichte über Auftreten von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen 1907 u. 1908 im Rechenschaftsbericht über die Tätigkeit der von der L.-K. f. d. Reg.-Bez. Kassel ernannten Ackerbaukommission zur Ausführung von Düngungs- und Anbauversuchen.
10. Berichte der Hauptsammelstelle für Braunschweig. 1. 2. 3. Bericht (Jahre 1910/11, 1912/13, 1913/14). Sonderdrucke aus Tätigkeitsbericht der L.-K. für Braunschweig.
11. Tätigkeitsberichte der landw. Versuchsstation Jena 1907—1913, 1915—1918. Jena. Frommannsche Buchdruckerei.
12. Jahresberichte der agrik.-chemischen Versuchsstation der L.-K. f. d. Prov. Schleswig-Holstein Jahre: 1909, 1910, 1911, 1912, 1913. Berichte über das Auftreten von Pflanzenkrankheiten und -schädlingen.
13. Berichte über die Tätigkeit der agrik.-bot. Versuchs- und Samenkontroll-Station d. L.-K. f. d. Prov. Schlesien zu Breslau. 1893—1919.
14. Berichte der Hauptstelle für Pflanzenschutz in Baden, 1911, 1912, 1913, 1914, 1915—1918. Stuttgart, Eugen Ulmer.
15. Jahresber. des badischen Weinbauinstituts für das Jahr 1926. Freiburg, Muth G. m. b. H. 1927.
16. Mitteilungen der L.-K. für Sachsen-Altenburg. Jahre 1909, 1910, 1911, 1912, 1913.
17. Tätigkeitsbericht der Station für Pflanzenschutz zu Hamburg für die Jahre 1898 bis 1917, 1917—1924, 1924—1926. Hamburg, Lütke & Wulff.
18. Berichte der Hauptstelle für Pflanzenschutz Lübeck für die Jahre 1913, 1918, 1920, 1921, 1927. Lübeck.
19. Berichte der Hauptstelle für Pflanzenschutz bei der L.-K. für die Provinz Grenzmark über das Auftreten der Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen. Landsberg 1924, 1924—1926, 1926—1927.
20. Berichte über Pflanzenschutz der Abteilung für Pflanzenkrankheiten des K. W.-Instituts für Landw. in Bromberg 1908/09, 1913/14. Berlin, Verlag Paul Parey. 1911 u. 1916.

21. Jahresbericht 1913. Manuskript aus den Akten der B. R.-A.
22. Praktische Blätter für Pflanzenschutz 1908—1919. Vorläufige Berichte über die Tätigkeit der bayer. agrik.-bot. Anstalt München.
23. Berichte über die Tätigkeit der K. Anstalt für Pflanzenschutz in Hohenheim. Jahre 1906, 1908—1912. Sonderdrucke aus Wochenbl. f. Landwirtschaft für 1906: 1907. Nr. 17; für 1908: 1909, Nr. 22; für 1909: 1910, Nr. 22; für 1910: 1911, Nr. 21. 22 S.; für 1911: 1912; für 1912: 1913, Nr. 29, 22 S.
24. Berichte der Kgl. Saatzuchsanstalt a. d. Akademie für Landwirtschaft und Brauerei in Weihenstephan. München, Pössnbachersche Buchdruckerei, Jahrg. 1904—1909. Freising, Datterer & Co., 1908. Freising, Hämmerlein, 1909.
25. Krankheiten und Beschädigungen der Kulturpflanzen im Jahre 1920. Mitt. aus der B. R.-A., Heft 23, Berlin, Verlag Paul Parey und Springer; i. J. 1921 Mitt. a. d. B. R.-A., Heft 29; i. d. J. 1922—1924 Mitt. a. d. B. R.-A., Heft 30, Berlin, Verlag Paul Parey; i. J. 1925 Mitt. a. d. B. R.-A., Heft 32; i. J. 1927 Mitt. a. d. B. R.-A., Heft 37.
26. Aderhold, R., Über die in den letzten Jahren in Schlesien besonders hervorgetretenen Schäden und Krankheiten unserer Obstbäume und ihre Beziehungen zum Wetter. Breslau (ohne Verlagsangabe). 1898. 27 S.
27. Fallada, O., Über die im Jahre 1906 beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe. Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 36. 1907. 3.
28. — — Über die im Jahre 1912 beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe. Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 42. Wien 1913 19—33.
29. Frank, A. B., Zuckerrübenkrankheiten im Jahre 1898. Zeitschr. Ver. d. deutschen Zuckerind. 1899. 251—255.
30. Grosser, W., Über Schädlinge an Kulturpflanzen in Schlesien im Jahre 1904. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 83. 1906. 2—7.
31. — — Über Schädlinge an Kulturpflanzen in Schlesien im Jahre 1905. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 83. 1906. 34—39.
32. — — Schädlinge an Kulturpflanzen aus Schlesien im Jahre 1907. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 85. 1908. H. 2 13—19.
33. — — Krankheiten und Schädlinge an Kulturpflanzen in Schlesien im Jahre 1908. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 86. 1909. 39—48.
34. Hiltner, L., Bericht über die Tätigkeit der kgl. bayer. agrik.-bot. Anstalt in der Zeit vom 1. X. 1902 bis 31. XII. 1903. München, Wild.
35. Hiltner, L., Berichte der kgl. bay. agrik.-botan. Anst. f. d. Jahre 1902/03—1907. München, Riegersche Verlagsbuchhandlung.
36. — — Einige Beobachtungen über das Auftreten von Krankheiten und Schädlingen der Kulturpflanzen in Bayern im Sommer 1905. Prakt. Bl. f. Pflanzenschutz 3. 1905. 97—101, 113—118.
37. — — Bericht über die im laufenden Jahre bisher aufgetretenen Schädlinge und Krankheiten der Feldfrüchte. Prakt. Bl. f. Pflanzenschutz 5. 1907. 90—94, 133—138.
38. Hofer, Das Auftreten schädlicher Insekten in der Schweiz 1898. Schweiz. Zeitschr. f. Obst- u. Weinbau. 1899. Nr. 3—4, 49—53.
39. Hollrung, M., Jahresberichte über das Gebiet der Pflanzenkrankheiten 1898—1913 Berlin, Verlag Paul Parey.
40. — — Jahresberichte der Versuchsstation für Nematodenvertilgung und Pflanzenschutz der L.-K. für die Prov. Sachsen in Halle für die Jahre 1893—1898.
41. — — Beobachtungen über die 1898 innerhalb der Provinz Sachsen aufgetretenen Rübenkrankheiten. Zeitschr. Ver. d. deutschen Zuckerind. 49. 1899. 256—262.
42. — — Einige Mitteilungen über das Auftreten von Rübenkrankheiten während des Jahres 1900. Zeitschr. Ver. d. deutschen Zuckerind. 51. 1901. 323—330.
43. — — Mitteilungen über das Auftreten von Schädigern u. Krankheiten der Zuckerrüben während des Jahres 1902. Zeitschr. Ver. d. deutschen Zuckerind. 53. 1903. 186—190.

44. Jungner, Über die im Jahre 1900 in der Provinz Posen am häufigsten beobachteten Pflanzenkrankheiten. Landw. Zentrbl. f. Posen. 29. Jahrg. 1901. S. 244.
45. Kirchner, R., Über die im Jahre 1906 in Schlesien beobachteten Pflanzenkrankheiten. Jahrb. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 84. 1907. 31—41.
46. Lindinger, L., Tätigkeitsbericht der Schädlingsabteilung des Instituts für angew. Botanik zu Hamburg für die Zeit vom 14. II. bis 30. VI. 1920. Zeitschr. f. angew. Entomologie. Bd. 7. 1921. S. 424—440.
47. Morstatt, H., Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für die Jahre 1914—1919. Berlin, Verlag Paul Parey und Springer, 1921.
48. — — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für die Jahre 1920, 1921, 1922. Berlin, Verlag Paul Parey und Springer, 1921, 1922, 1923.
49. } — — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für die Jahre 1923, 1924, 1925.
50. } Berlin, Verlag Paul Parey und Springer, 1924, 1925, 1926.
51. }
- 51a. — — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für das Jahr 1926. Berlin, Verlag Paul Parey, 1927.
52. — — Bibliographie der Pflanzenschutzliteratur für das Jahr 1927. Berlin, Verlag Paul Parey, 1928.
53. Peter, Besondere Erscheinungen auf dem Gebiete der Pflanzenkrankheiten in der Provinz Hannover. Arb. d. L.-K. f. Hannover. Heft 25.
54. Pfrogner, A., Diejährige Insektenplage im Getreidebau. Wien, ldw. Ztg. 1910 1054.
55. Reh, L., Die Schädigung der Landwirtschaft durch Tierfraß im Jahre 1898. Naturw. Wochenschr. 1899. Nr. 48. 561—565.
56. — — Beschädigung der Landwirtschaft durch Tierfraß im Jahre 1899. Naturw. Wochenschr. Bd. 15. 349—356.
57. — — Insektenschäden im Frühjahr 1907. Naturw. Zeitschr. f. Land- u. Forstwirtschaft 5. 1907. 492—499.
58. Remer, W., Schädlinge der diejährigen Wintersaat in Schlesien. Zeitschr. L.-K. Schlesien. 1901. 1699—1702.
59. — — Bericht über die Tätigkeit der agrik.-botanischen Versuchs- und Samenkontrollstation des landw. Vereins zu Breslau während der Zeit vom 1. I. 1901 bis 31. III. 1902. Breslau, Graß & Co. 12 S.
60. — — Über Pflanzenkrankheiten in Schlesien im Jahre 1902. Schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 80. Jahresber. 1902.
61. Reuter, E., In Dänemark im Jahre 1900 beobachtete Pflanzenbeschädigungen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 12. 1902. 291/92.
62. — — In Schweden aufgetretene schädliche Insekten. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 12. 1902. 291/92.
63. Jungner, Welche Schädlinge an Feldfrüchten sind in diesem Jahre in der Provinz Posen aufgetreten und wie sind dieselben zu bekämpfen? Landw. Zentrbl. f. Posen. 1903. Nr. 27. S. 301.
64. Schander, R., Die im Jahre 1906 in den Provinzen Posen und Westpreußen beobachteten Krankheiten und Schädlinge der Rüben. Bl. f. Zuckerrübenbau. 14. Jahrg. 1907. Nr. 8. S. 113—119.
65. — — Bericht über das Auftreten von Krankheiten und Tierschädlingen an Kulturpflanzen in den Provinzen Posen und Westpreußen im Jahre 1907 Bd. I, H. 1 (erschienen 1908), im Jahre 1908 Bd. II, H. I (erschienen Jan. 1910). Mitt. d. K. W.-Instituts Bromberg Bd. I u. II. H. 1.
66. — — IV. Bericht über die Tätigkeit des Instituts für Pflanzenkrankheiten und die Hauptstelle für Pflanzenschutz für die Provinzen Grenzmark und Brandenburg rechts der Oder. Sonderdr. aus Landw. Jahrb. Jahrg. 1925. S. 43.
67. Schröder, Chr., Bericht über während des Jahres 1902 zur Einsendung gebrachte, vorwiegend landw. Schädlinge. Allg. Zeitschr. f. Entomologie 8. 1903. 9—11.

68. Schröder, Chr., Bericht über die während des Jahres 1904 zur Einsendung gelangten Schädlinge. Landw. Wochenbl. f. Schlesw.-Holst. 55. 1905. 441—445.
69. — — Bericht über die während des Jahres 1905 zur Einsendung gebrachten Schädlinge. Landw. Wochenbl. f. Schlesw.-Holst. 56. 1906. Nr. 22. 312—315.
70. Spieckermann, A., Die Krankheiten der Kulturpflanzen in Westfalen und ihre Bekämpfung; Bericht über die Jahre 1910—1912. Veröff. d. L.-K. f. d. Provinz Westfalen. Heft 17.
71. Stift, A., Bemerkungen über einige im heurigen Frühjahr aufgetretene Pflanzenschädiger. Wiener landw. Ztg. 54. 1904. Nr. 54, 497.
72. — — Über die im Jahre 1903 beobachteten Schädiger und Krankheiten der Zuckerrübe und einiger anderer Kulturpflanzen. Österr.-ungar. Zeitschr. f. Zuckerind. u. Landw. 33. 1904. 52—69.
73. — — Bemerkenswerte Mitteilungen über das Auftreten von tierischen Feinden und Krankheiten der Zuckerrübe 1910. Bl. f. Zuckerrübenbau 17. 1910. 145—149, 166—170.
74. — — Bemerkenswerte Mitteilungen über das Auftreten von tierischen Feinden der Zuckerrübe im Jahre 1911. Bl. f. Zuckerrübenbau 19. 1912. 45—48, 62—65, 97—101, 113—117.
75. — — Mitteilungen über beachtenswertes Auftreten von tierischen und pilzlichen Schädigern der Zuckerrübe 1912. Monatshefte f. Landw. 1913. 86—94.
76. Störmer, H., Über einige im Jahre 1909 aufgetretene Pflanzenkrankheiten von besonderer Bedeutung (Frit). Sonderdr. aus Landw. Wochenschr. f. d. Provinz Sachsen. 1909.
77. — — Die Krankheiten der Rüben im vergangenen Jahre. Bl. f. Zuckerrübenbau 17. 1910. 88—93.
78. Uzel, H., Mitteilungen über Krankheiten und Feinde der Zuckerrüben in Böhmen im Jahre 1904. Zeitschr. f. Zuckerind. in Böhmen 29. 1905. 399—403.
79. — — Pflanzenschädlinge in Böhmen 1904. Wiener landw. Ztg. 54. 1904. 917—919.
80. Zimmermann, H., Über das Massenauftreten namentlich schädigender Insektenformen. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 21. 1911. 257—269.
81. Zschokke, A., Beobachtungen auf dem Gebiete des Pflanzenschutzes. Jahresber. d. Pfälz. Wein- u. Obstbauschule. 1903. 29—32.

## II. Jahresberichte der Landwirtschaftskammern.

82. Jahresberichte der L.-K. für Ostpreußen 1893—1920.
83. Jahresberichte der L.-K. für Westpreußen 1901—1911.
84. Jahresberichte der L.-K. für die Provinz Posen 1898—1908.
85. Jahresberichte der L.-K. für Pommern 1898—1912.
86. Jahresberichte der L.-K. für Provinz Brandenburg 1898—1913.
87. Jahresberichte der L.-K. für Mecklenburg 1917/22, 1922/25, 1925/26, 1926/27.
88. Jahresberichte der L.-K. für Schleswig-Holstein 1898—1912/13.
89. Jahresberichte der L.-K. für die Provinz Sachsen. Jahrgänge 1898—1926.
90. Jahresberichte der L.-K. für Oldenburg 1918/19—1919/22, 1924/26.
91. Rechenschaftsbericht der Oldenburgischen Landw.-Ges. 1896—1899. S. 186.
92. Jahresberichte der L.-K. für das Fürstentum Lübeck 1907—1910.
93. Jahresberichte der L.-K. für die Provinz Westfalen für die Jahre 1899—1910.
94. Jahresberichte der L.-K. für Hannover. Jahre 1901—1912/13.
95. Jahresberichte der L.-K. für die Rheinprovinz 1898—1910.
96. Jahresberichte des landw. Vereins für Rheinpreußen. Jahre 1898—1904.
97. Jahresberichte der L.-K. für Schlesien für die Jahre 1899—1913.
98. Jahresberichte der L.-K. für die Provinz Hessen-Nassau a) Kassel 1898—1913, 1921—1923; b) Wiesbaden 1898—1913, 1921—1923.
99. Jahresberichte der landw. Versuchsstation Harleshausen 1913—1927.



100. Jahresberichte des landw. Vereins für Rheinhessen. 1903/04. S. 29, 34, 38.
101. Jahresberichte der L.-K. für Herzogtum Anhalt 1900—1913. enthaltend 1908—1913. Berichte der Pflanzenschutzstation in Bernburg 1908, S. 75, 79; 1909, S. 82; 1910, S. 63; 1911, S. 65; 1912, S. 52; 1913, S. 54.
102. Jahresberichte über die Landwirtschaft in Sachson 1904—1913.
103. Jahresberichte der L.-K. f. Herzogtum Sachsen-Koburg-Gotha 1909.
104. Jahresberichte der L.-K. f. Schwarzburg-Sondershausen 1902, 1903.
105. Jahresberichte der L.-K. f. Sachsen-Altenburg 1903—1923.
106. Geschäftsberichte des landw. Kreisvereins im Vogtlande 1904. 1906—21, 22/23, 24, 25.
107. Mitteilungen des Landes-Obst-Verbandes für Sachsen-Altenburg 1904, 1909 Nr. 6, 7, 8, 9, 10; 1910 Nr. 9, 10, 12; 1911 Nr. 6, 7, 9, 11; 1912 Nr. 23, 25, 29, 30, 32, 37; 1913 Nr. 39.
108. Jahresberichte der badischen landw. Versuchsanstalt Augustenburg 1902—1914/15.
109. Jahresberichte des bayer. Landwirtschaftsrates 1898—1911.
110. Jahresberichte des Kreis Ausschusses des Landw. Vereins von Oberfranken 1908 bis 1911, Bayreuth.
111. Jahresberichte der landw. Kreis-Versuchsstation Würzburg 1904, 1906, 1911.
112. Jahresberichte der Zentralstelle des Vereins zur Förderung der Landwirtschaft und des Gewerbes für Hohenzollern 1898—1913/14.

### III. Allgemeines Klimatisches.

113. Allemeyer, Welchen Einfluß hat die ungünstige Witterung dieses Winters auf die Entwicklung unserer Kulturpflanzen. Hannov. land- und forstw. Ztg. 80, 1927, 93—95
114. Brouwer, W., Die Beziehungen zwischen Ernte und Witterung in der Landwirtschaft. Landw. Jahrbücher Bd. 63. 1926. S. 1—81.
115. Deutscher Witterungsbericht 1921—1927 Herausgegeben vom Preuß. Meteorol. Institut.
116. Geißler, A., Das „bioklimatische Gesetz“ von Hopkins und der Versuch seiner Nutzbarmachung für die Landwirtschaft. Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst. Jahrg. 7. 1927. 35/36, 43/44.
117. Gösele, Lothar, Untersuchungen über Beziehung zwischen Witterung und Ernteertrag in der Landwirtschaft. Landw. Jahrb. Bd. 68. 1928. Heft 2. S. 253.
118. Hellmann, G., Regenkarte von Deutschland. 2. Aufl. Berlin, Reimer, 1919.
119. Jungner, Über den klimatisch-biologischen Zusammenhang einer Reihe von Getreidekrankheiten während der letzten Jahre. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 1904. Heft 6.
120. Norddeutscher Witterungsbericht, Jahre 1909—1920. Herausgegeben vom Preuß. Meteorol. Institut.
121. Möller, O., Niederschlagsverteilung in Mecklenburg-Schwerin. Mecklenb. landw. Mitt. Nr. 7 i. A. der L.-K., herausgegeben von Dr. Bormann. 1925. Rostock, Verlag Hinstorff.
122. Supan, A., Die mittlere Dauer der Hauptwärmep perioden in Europa. Petermanns Mitteilungen 33. Bd. 1887. S. 165
123. Werth, E., Klima und Vegetationsgliederung in Deutschland. Mitt. B. R.-A. Heft 33. 1927. Mit 10 Neben- und 1 Hauptkarte. Berlin, Verlag Paul Parey.
124. Werth, E., Klimatologisch-pflanzengeographische Arbeitsmethoden im Pflanzenschutz. Angewandte Botanik 9. 1927. 458/459.

### IV. Allgemeines Landwirtschaftliches.

125. Betriebsverhältnisse der deutschen Landwirtschaft. Arb. der D. L.-G. Nr. 51, 64, 118, 123, 130, 133, 137, 164, 167, 169, 183, 185, 186, 188, 192, 195, 202, 207, 209, 212, 218, 221, 227, 239, 246, 257.

126. Engelbrecht, Th., Die Feldfrüchte des deutschen Reiches. Arb. 357 d. D. L.-G. Atlas 1928.
127. Krische, P., Die landwirtschaftlichen Bodonarten Deutschlands. Berlin. Karte Verlag Wunder.
128. Ramann, E., Bodenkunde. 3. Aufl. Berlin, J. Springer, 1911.
129. Schrepfer, H., Blüte und Erntezeit des Winter-Roggens in Deutschland. Arb. 321 der D. L.-G.
130. Wahnschaffe-Schucht, Geologie und Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. 4. Aufl. 1921. Stuttgart, Engelhorn's Nachf.
131. Walter, J., Geologie von Deutschland. 3. Aufl. Leipzig, Quelle & Meyer, 1921.

#### V. Allgemeines Zoologisch-entomologisches

132. Bodenheimer, F. S., Die Bedeutung des Klimas für die landw. Entomologie. Zeitschr. f. angew. Entomologie 12. 1926. 91—122.
133. — — Über die für das Verbreitungsgebiet einer Art bestimmenden Faktoren Biolog. Zentralbl. 47. 1927. 25—44.
134. Börner, C., Beiträge zur Kenntnis vom Massenwechsel schädlicher Insekten. Arb. B. R.-A. Bd. 10. 1921, 405—464.
135. Chapman, R. N., Animal ecology with especial reference to insects. Minneapolis, Burgess. Roseberry Co. 1927. 2. Ausg. 187 und 183 S.
136. Clausen, Treten die Obstkrankheiten periodisch auf. Schleswig-Holstein. Zeitschr. f. Obst- und Gartenbau 1906. 28/29.
137. Glaser, L., Die Insektenarmut der Jahre 1896/97. Zool. Garten 30. 1898. 61/64.
138. Hartzell, F. Z., A method of graphically illustrating the distribution of injury by an insect pest. Journal of Economic Entomology 11. 1918. S. 32.
139. Janisch, E., Über die Temperaturabhängigkeit biologischer Vorgänge und ihre kurvenmäßige Analyse. Sonderdruck Pflügers Archiv f. d. ges. Physiologie des Menschen und der Tiere. 209. Bd. 2/3. Heft August 1925.
140. — — Über das Exponentialgesetz und seine Bedeutung für die Pflanzenschutzforschung. Verh. d. dtsh. Ges. f. angew. Entomologie. 5. Mitglieder-Versammlung. Hamburg 1925. Berlin, Paul Parey. 1926
141. Klatt, B., Die wichtigsten Insektenschädigungen an Getreide während der letzten Jahre. Arb. d. L.-K. Brandenburg 1911. 57/65
- 141a. Kleine, R., Über die Abhängigkeit des Auftretens von *Oscinis frit* von der Temperatur. Fortschritte d. Landwirtschaft 1. 1926. 9—11.
142. Mattfeld, J. J., Die Grundlagen und das Wesen des „Age and area“ und des „Size and Space“-Gesetzes von Willis. Englers bot. Jahrb. Vol. 59. 1924. 183 bis 197.
143. Meyer, Paul, Der meteorologische Einfluß auf Artenverbreitung und Rassenbildung bei den Insekten. Deutsch. Entom. Zeitschr. 1909. 381—406. 1910. 13/14.
144. Payne, N. M., Measures of insect cold hardiness. Biol. Bull. Mar. Biol. Lab Woods Hole 52. 1927. 449—457.
145. Prochnow, Oskar, Entomologie und Meteorologie. Ein Beitrag zur Biologie der Insekten. Entom. Zeitschr. Guben 19. 1905/1906. 165/66, 169/72, 178/79, 183/84, 210.
146. Sommerset, The incidence of insect attack. Gard. Chronicle 82. 1927. 208/209.
147. Sorauer, P., Handbuch der Pflanzenkrankheiten. 4. Aufl. Bd. 4. Berlin 1925. Bd. 5. Berlin, Paul Parey 1928.
148. Watzl, O., Über die Wärmesummenregel und ihre Anwendung auf landw. Schädlinge. Fortschr. d. Landw. 2. 1927. 350—354.
149. Wilke, S., Der Insektensommer des Jahres 1924. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 4. 1924. 64.

## VI. Allgemeines. Statistik.

150. Appel, O., Die Zukunft des Pflanzenschutzes in Deutschland. Angew. Botanik. Bd. 1. 1919. 4/15.
151. Blunck, H., Die Erforschung epidemischer Pflanzenkrankheiten auf Grund der Arbeiten über die Rübenfliege. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz 39. 1929. Heft 1.
152. Bremer, H., Das Auftreten der Schorfkrankheit am Apfelbaum (*Fusicladium dendriticum* Fuck.) in seinen Beziehungen zum Wetter. Angew. Botanik. Bd. 6. 1924. H. 2. 77—97.
153. — — Wissenswertes aus der Arbeit in- und ausländischer Versuchstationen und Institute. IV. Apfelschorfjahr und Wetter. Deutsche Obst- und Gemüsebau-Zeitg. 1924. Nr. 12. 96/97.
154. — — Ausbaumöglichkeiten in der Pflanzenschutzstatistik. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 6. 1926. Nr. 1 und 2.
155. — — Zur Methodik epidemiologischer Untersuchungen im landw. und gärtnerischen Pflanzenschutz. Nachrichtenblatt für den deutschen Pflanzenschutzdienst 6. 1926. Nr. 11.
156. — — Die Zuckerrübe und ihre Schädlinge. Rückblick und Ausblick. Zeitschr. die deutsche Zuckerindustrie 52. 1927. Nr. 19. 516.
- 156a. — — Grundsätzliches über den Massenwechsel von Insekten. Zeitschr. f. angew. Entom. 14. 1928. Heft 2. S. 254—272.
157. Butler, E. J., Der Einfluß der meteorologischen Bedingungen auf die Pflanzenkrankheiten. Intern. Agrik.-Wiss. Rundschau N. F. 1. 1925. 406—424.
158. Dingler, M., Massenvermehrung der Insekten. Die Umschau 28. 1924. 541—545.
159. Escherich, K., Die Forstinsekten Mitteleuropas. 1. Band. Berlin, Paul Parey, 1914.
160. Hyslop, J. A., Statistical methods in entomology. Journ. Econ. Entom. 17. 1924. 177/180.
161. Jones, L. R., The relation of environment to disease in plants. Amerik. Journ. Bot. 11. 1924. 601—609.
162. Kleine, R., Die Bedeutung der Meteorologie für die Bekämpfung der Schadinsekten. Zeitschr. wiss. Ins. biologie 18. 1923. 328—335.
163. Lautenbach, F., Was ist die Ursache der Massenvermehrung der Insekten? Allg. Forst- und Jagdztg. 101. 1925. 446/447.
164. Morstatt, H., Schadensschätzung im Pflanzenschutz. Nach einem Vortrag. Im Druck.
165. Müller, K., Die Vorausbestimmung des Zeitpunktes zur Bekämpfung der Rebenperonospora. Zeitschr. f. Weinbau und -behandlung II. 1915. S. 3.
- 165a. Müller, K., Neue Forschungen über die Bekämpfung der Blattfallkrankheit der Reben. Jahrb. d. angew. Naturwissenschaften 33. 1927. 357.
166. Neufeld, F., Die Veränderlichkeit der Mikroorganismen in ihrer Bedeutung für die Epidemiologie. Zentralbl. Bakt. 1. Abt. 93. 1924. 81—94.
167. Schönberg, F., Gartenbau und Landwirtschaft in ihrer Beziehung zur Kenntnis des örtlichen Klimas und des Kreislaufs des Klimawechsels. Deutsche landw. Presse 51. 1924. 294/295.
168. Schwartz, M., Statistik im Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 1. 1921. S. 3.
169. Stellwaag, F., Was erwartet die Landwirtschaft von der angewandten Entomologie? Verh. d. deutschen Ges. f. Angew. Ent. zu Frankfurt 1924. Berlin 1924.
170. Webster, R. L., Factors affecting damage to crops by insects. Journ. Econ. Entom. 17. 1924. 54—60.
171. Werth, E., Die Bedeutung der Phänologie f. d. Pflanzenschutz. Nachrichtenbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 1. 1921. 18/19.

# VII. Rübenaskäfer.

172. Aadsellillens levevis og bekaempelse. Meddel. Stat. Forsgsvirk. Plantekult 92. Meddelelse Juni 1922.
173. Gegen die schwarze Larve des Askäfers. Deutsche Landw. Presse 48. 1921. 336.
174. Richtlinien für die Bekämpfung der Rübenaskäfer. Die deutsche Zuckerindustrie 52. 1927. 723/724.
175. Berlese, A., Entomologia Agraria, Firenze, Tipografia di Mariano Ricci 1924.
176. Blunck, G., Die Rübenaskäfer und ihre Bekämpfung, Mitt. d. D. L.-G. Stück 24. 1925.
177. Blunck, H., und Görnitz, Lebensgeschichte und Bekämpfung der Rübenaskäfer (1922 ermittelt). Arbeiten B. R.-A. XII. H. 1.
178. — — Bekämpfung der Rübenaskäfer. Zentralbl. Zuckerindustrie 32. 1924. 553. Ref. Chem. Ztg. Beilage Chemisch-Technische Übersicht. 1924. Nr. 105.
179. Blunck, H., und Hähne, H., Der Stand der Rübenaskäferfrage im Jahre 1926. Sonderdruck aus Zeitschr.: „Zuckerrübenbau“. Jahrg. 1927. H. 10.
180. — — Flugblatt 92 der B. R.-A., Rübenaskäfer und ihre Bekämpfung.
181. Blunck, H., und Janisch, R., Berichte über Versuche zur Bekämpfung der Rübenaskäfer im Jahre 1923. Arb. B. R.-A. XIII. Bd. H. 5 ausgegeben 1925.
182. Bremer, H., Die Überwinterung des Rübenaskäfers *Blit. opaca* L. Anzeiger f. Schädlingkunde. III. Jahrg. 1927. H. 1. S. 1—4.
183. Burgtorf, K., Der schwarze Askäfer. Blätter f. Zuckerrübenbau 17. 1910. 182/183.
- 183a. Cholodkowsky, Lehrbuch der Entomologie. Bd. II. Petersburg 1912. (Russ.)
184. Friederichs, K., Beobachtungen über *Phosphuga atrata* L., ihre Nahrung und die einiger anderer Silphini. Zeitschr. f. wiss. Insektenbiologie. Bd. VIII. 1912. Heft 11. 348—52.
185. Friederichs, K., Was ist „*Silpha atrata*“? Zeitschr. f. angew. Entom. 8. 1921. 182/83.
186. Guénaux, G., Entomologie et Parasitologie Agricoles. Paris, Libraire, J. B. Baillière. 1922. S. 168/169.
187. Heymons, R., und v. Lengerken, H., Die Lebensweise des Rübenaskäfers *Blütphaga opaca* L. D. L. Presse 53. 1926. 386. 9 Abb.
188. — — Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.). Zeitschr. Morph. Ök. der Tiere Abt. A. 6. 1926. 287—332. 14 Abb.
189. — — Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.). 2 *Phosphuga atrata* L. Zeitschr. wiss. Biol. A. 9. 1927. 271—312. 11 Abb.
190. Hollrung, M., Einige Bemerkungen über das Wachstum der Zuckerrüben während des Jahres 1905. Zeitschr. d. deutschen Zuckerindustrie 56. 1906. 446—451.
191. Hukkinen, Yrjö, Tiedonanto ja Viljelyskasveille Vahingdelisten Eläinlajien Esintymisestä Pohjois-Suomessa. Helsinki 1925. S. 156/157.
192. Jablonowski, J., Die tierischen Feinde der Zuckerrübe. 19. Aufl. Budapest 1909.
193. Janisch, R., Lebensweise und Systematik der schwarzen Blattläuse. Arb. d. B. R.-A. XIV. Heft 3. 1926.
194. Kenner, A., *Blit. opaca*, schädliche Käfer auf Gerste, Rüben und Kartoffeln in Schweden und Norwegen. Zentralanstalt. Stockholm. Flygbl. 62. 1917. Kungl. Landtbr. Akad. Handling. og Tidskr. 1917. 446—49. 2 Abb.
195. Kleine, R., Welche Askäfer-Imagines (Silph.) befressen die Rübenblätter? Nebst anderen biol. Beobachtungen. Zeitschr. f. angew. Entom. 5. 1919. 278—85. 5 Abb.
196. Kraatz, G., Über Systematik und geographische Verbreitung der Gattung *Silpha* L. und verwandter Genera. Deutsche Entom. Zeitschr. XX. 1876. H. II. 353—68.
197. Lundblad und Tullgren, Skadedjur i Sverige Åren 1917—21.

198. Sachtleben, H., Vorkommen der Aaskäfer und des Schildkäfers im Jahre 1920. D. L. Presse 48. 1921. 187.
199. Tempel, W., Der Rübenaskäfer und seine Bekämpfung. Die kranke Pflanze 2. 1925. 141—43.
200. Tullgren, A. Skadedjur i Sverige. Aren 1912—1916. S. 39.
201. Tullgren, A. und Wahlgren, E., Svenska Insekter. Stockholm 1920—1922.
202. Wachs, Die Bekämpfung des Rübenaskäfers. Das Grünland 44. 1926. 90/91. Ref. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 37. 9/10.
203. Weber, E., Das Massenaufreten der Rübenaskäfer im Deutschen Reich im Jahre 1925. Arb. B. R. A. Bd. XV. H. 2. S. 215.
204. Wilke, S., Aaskäfer und Schildkäfer an Rüben. D. L. Presse 54. 1927. 342.
- 204a. Whitehead, Ch., Reports on Insects injurious to root and certain other crops in Great Britain. London 1887. Ch. Loudon.

#### VIII. Zwergzikade.

205. Ellinger, T., *Cicadula sexnotata*, a hemipteran injurious to wheat, oats and barley in Schweden, Vort. Landbrug 37. 1918. 453/454.
206. Jungner, Die Zwergzikade und ihre Bekämpfung. Arb. 115 d. D. L.-G.
207. Junger, J. R., Über das Auftreten der Zwergzikade (*Jassus sexnotatus* Fall.) im Mai und Juni dieses Jahres in der Provinz Posen. Landw. Zentralblatt f. Posen 1901. Nr. 25, S. 213 u. 27, S. 234.
208. Melichar, L., Cicadinen von Mitteleuropa. Berlin, Felix L. Dames 1896.
209. Passon, M., Achtung — Die Zwergzikade ist wieder da! Landw. Zentralblatt f. Posen. 29. Jahrg. 1901. Nr. 22. 3. Beilage.
210. Rörig, Über das Auftreten der Fritfliege und der Zweigzikade in der Provinz Posen. Landw. Zentralblatt f. Posen 29. 1901. 283.
211. Tullgren, A., Om dvargstriten (*Cic. sexnot.* Fall.) och några andra ekonomiskt viktiga stritar. Medd. Centralanst. Forsoksväs. jordbrukso. 287. 1925. 1—67. 34. Abb.

#### IX. Ackerschnecke.

212. Die Schneckenplage im Jahre 1915. Zeitschr. f. Pflanzenkrankh. 26. 1916. 291/92.
213. Baudys, E., Die schädliche Vermehrung der Nacktschnecken auf den Feldern. Phytop. Sek. mähr. Landesversuchsanst. Brünn. Flugbl. 201. 1922. 1 S. Ref. Centralblatt f. Bakt. II 59.
214. Beiler-Ettelbrück, Beitrag zur Bekämpfung der Ackerschnecke auf den Getreidefeldern. Die Ernährung der Pflanze. 1915. 77.
215. Benecke, W., Pflauzen- und Nacktschnecken. Flora N. F. Bd. 11/12. 1918. 450/77.
216. Frickhinger, H. W., Die Nacktschneckenplage 1916 in Nordfrankreich. Naturwissensch. Wochenschr. N. F. 18. 1919. 703/04.
217. Geyer, D., Die Weichtiere Deutschlands. Naturwissenschaftl. Wegweiser Serie A. Stuttgart, Strecker & Schröder.
218. Grimm, A. M., Die enormen heurigen Schädigungen durch die Nacktschnecken. Thür. Landbund 5. 1924. No. 88.
219. Geyer, D., Unser Heimatboden und seine Weichtierwelt. Aus der Heimat. 35. Jahrg. 1922. Heft 7/8 u. 9/10.
220. Korff, Die graue Ackerschnecke (*Limax agrestis*). Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz. 1906. S. 136.
221. Lebour, Marie V., Some feeding habits of slugs. Ann. Appl. Biol. 1. 1915. 393/95.
222. Leuchs, J. C., Vollständige Naturgeschichte der Ackerschnecke. Nürnberg 1820. 336 S.

223. Reh, L., Die Nacktschneckenplage 1916. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 27. 1917. 65—80.
224. — — Weitere Beobachtungen an Nacktschnecken. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. Bd. 30. 1920. 67—71.
225. Rörig, G., Die Ackerschnecke. Flugbl. 54. B. R. A.
226. Schirach, A. G., Natürliche Geschichte der Erd-, Feld- oder Ackerschnecken, Leipzig 1772. XXIV u. 154 S.
227. Schwartz, Über die Nacktschneckenplage 1916 in Nordfrankreich. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten. 29. 1919. 81—84.
228. Theobald, A general account of Slugs and Snails injourious to farm and garden. 2. Rep. econ. Zool. London 1904. 57—64.
229. — Injurious and beneficial Slugs and Snails. Journ. Board Agr. London. Vol. 11. 1905. 594—602, 650—58.
230. Tunkel, Die graue Ackerschnecke (Aekeregelschnecke). Flugbl. 51 der Flugblattsammlung. Bonn-Poppelsdorf 1914. 3 S. 4 Abb.
231. Vohland, A., Unsere Ackerschnecke. Aus der Heimat (Stuttgart). 25. Jahrg. 1912. Nr. 3.

#### X. Weizenhalmfliege.

232. Ein neuer stark auftretender Getreideschädling (*Chl. taen.*). Mein Sonntagsblatt. 10. 1922. 288.
233. Die gelbe Halmfliege. Landw. Ztg. Westf. und Lippe. 81. 1924. 468.
231. Becker, Th., Bemerkungen über einige Getreideschädlinge aus der Familie der Chloropiden und ihre Schriftsteller. Deutsche Ent. Zeitschr. 1919. 241—59.
235. Bitter, H., Zur Beachtung für die Weizenaussaat (Halmfliege). Landw. Zentralwochenbl. f. Polen. 7. 1926. 466/67.
236. Blunck, H. u. Munkelt, W., Massenaufreten der gelben Halmfliege in Schleswig-Holstein. Nachrbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst. 6. 1926. S. 27.
237. Chrzanowski, A., *Chlorops taeniopus* Meig., la saison des semailles. Choroby szkodnikie rosein. Warschau 1926. 2. 44—90. R f. Centralbl. f. Bakt. II. 69. 1927. 524.
238. Cohn, F., Über *Chlorops taeniopus*. Jb. schles. Ges. vaterl. Kult. 1866. 71—79.
239. Frank, A., Beeinflussung von Weizenschädlingen durch Bestellzeit und Chilesalpeterdung. Arb. B. R. A. Bd. 1. S. 115.
240. Frew, H., On *Chlorops taeniopus* Meig. (The gout fly of barley), Ann. Appl. Biol. Vol. 11. 1924. 175—219.
241. Grimm, A. M., Weizenhalmfliegenbefall. Wiener landw. Ztg. 76. 1926. 331.
242. Kleine, R., Die Abhängigkeit der Getreidehalmfliege (*Chl. taen.*) von der Temperatur. Zeitschr. f. wiss. Ins. biol. 21. 1926. 91—97.
243. Kopp, A., Das Leben der Weizenhalmfliege. Fortschr. d. Landwirtsch. 1. 1926. 337/39.
244. — — Versuche über den Befall durch die Weizenhalmfliege und daraus sich ergebende Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen. Landw. Fachpresse f. d. Tschechoslowakei 5. 1927. 227.
245. Kothhoff, P., Ernteschädigung durch die gelbe Halmfliege (*Chl. taen.*) an Sommergerste. Nachrbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 4. 1924. S. 9.
246. Miczynski, K. jr., *Chlorops taeniopus* Meig. auf *Aegilops*-Arten. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 34. 1924. 108.
247. Miestinger, H., Über die Bekämpfung der Halmfliege. D. Landwirtschaft. Wien 1925. 429/30.
248. Munkelt, W., Die gelbe Halmfliege (*Chl. pum.* Bjerk.). Anz. f. Schädlingsskde. 2. 1926. 44/45.

249. Nowicki, Über die Weizenverwüsterin *Chlorops taeniopus* Meig. und die Mittel zu ihrer Bekämpfung. Wien. Verl. Kk. zool.-bot. Ges. 1871.
250. Sappok, H., Wie bekämpft man die Weizenmade. Mitt. D. L.-G. 41. 1926. Stück 31. S. 648.
251. — — Die Weizenhalmfliege. Zeitschr. L. K. Schlesien. 30. 1926. 894.
252. Schiner, Fauna Austriaca. Wien. Gerolds Sohn. 1864.
253. Schmiedeknecht, O., Massenhaftes Auftreten von Halmfliegen der Gattung *Chlorops* in Wohnungen. Kosmos. 1916. 267—69.
254. Stehli, G., Feinde der Land- und Forstwirtschaft, ihre Biologie und Bekämpfung. Heft 4, Heft 6. Kosmos. Ges. der Naturfreunde. Franckhsche Verlagsbuchhandlung. Stuttgart.
255. Tritschler, Schädigungen durch die Weizenhalmfliege (*Chlorops taeniopus*). Ill. landw. Ztg. 41. 1921. 29.
256. Wahl, B., Die Gicht oder Podagra des Weizens und der Gerste und ihr Erreger, die Getreidehalmfliege. Flugblatt 11 der oesterr. Pflanzenschutzstation.
257. Wahlgren, Einar. Über *Musca pumilionis* Bjerk. Entomol. Tidskrift 1918. S. 134.
258. Willmsky, B., Die Weizenhalmfliege (*Chl. taen.*). Zeitschr. L. K. Schlesien. 30. 1926. 1092.
259. Zücher, L., Massenansammlungen von Chloropiden. Mitt. aargauischen Naturforsch. Ges. 17. 1925. 70/79.
260. — — Beobachtungen über die durch die Sommerbrut der Getreidehalmfliege (*Chl. taen.*) verursachten Beschädigungen. Schweizer entomol. Anz. 4. 1925. 51—54.

#### XI. Getreideblumenfliege.

261. Schädling in der Getreidewinterung: *Hylemyia coarctata*. Landw. Wochenblatt Schles.-Holst. 76. 1926. 368.
262. Die Quecke und Getreideblumenfliege. Landw. Wochenbl. Schleswig-Holst. 76. 1926. 908.
263. Die Blumenfliege. Prakt. Bl. f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz 1909. S. 88. Ref. über Landw. Woch. Pomm. 1909. Nr. 21.
264. Blunk, H. u. Becker, J., Die Getreideblumenfliege in ihren Beziehungen zu Nässe, Bodenart und Vorfrucht. Sonderdr. aus Landw. Wochenblatt f. Prov. Schlesw.-Holstein. Jahrg 77. 1927. Nr. 40. S. 1129—33.
265. Börner, Zur Biologie der Getreideblumenfliege. Mitt. B. R. A., Heft 4, 60/63.
266. Bürger, H., Die Getreideblumenfliege. Landw. Wochenschr. Prov. Sachsen u. Anhalt. 28. 1926. 212/13.
267. De Jong, W. H., Smalle graanvlieg (*Hylemyia coarctata* Fallén) en fritvlieg (*Oscinis frit*). Versl. Meded. Plantenziekt. Dienst Wageningen. Nr. 45. 1926. 22 S. 1 Taf.
268. Dix, W., Schädigungen der Wintersaaten durch die schmale Getreideblumenfliege. Arbeiten B. R. A. Bd. 1. 1901. 265—67.
269. Esmarch, Die Getreidefliegen. Flugbl. 18. (1921). Hptst. f. Pflanzenschutz an d. Landw. Hochsch. Bonn-Popp.
270. Frank, A., Beschädigungen des Wintergetreides durch die Getreideblumenfliege. Arbeiten B. R. A. Bd. 1. 1901. 265—67.
271. Gemmil, J. F., Wheat bulb disease (*Hylemyia coarctata*). Scott. Journ. Agric. 6. 1923. 192—96.
272. Götze, Die Getreidefliegen. Flugbl. 6. Hptst. f. Pflanzenschutz. L. K. Grenzmark. Neudruck 1928.
273. Kleine, R., Die Getreideblumenfliege *Hylemyia coarctata* Fall. Ein Beitrag zur Kenntnis ihrer Biologie und ihrer Bedeutung für die Landwirtschaft. Zeitschr. f. angew. Entom. 2. 1915. 360—389. 4 Abb. Nachtrag 3. 1916. 179.

274. Kleine, R., Die Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata*). Diesjährige Beobachtungen in Pommern. Zeitschr. f. angew. Entom. 4. 1918. 16—24. 1 Abb.
275. Leclercq, Nochmals: Zur Schädigung des Getreides durch die Blumenfliege. Landw. Zentrbl. f. Posen. 1914. S. 516.
276. Marchal, P., *L'Hylemyia coarctata* Fall. dans le Nord de la France. Bull. Soc. ent. France 1909. 196 97.
277. Molz, E., Die Getreideblumenfliege und deren Bekämpfung. D. L. Presse 43. 1916. 331.
278. — — Zur Biologie der Getreideblumenfliege (*Hylemyia coarctata* Fall.) Zeitschr. f. angew. Entom. 4. 1918. 325/26.
279. Morris, Note on the Wheat-Bulb-Fly (*Leptohylemyia coarctata* Fall.). Bull. Ent. Res. London 15. 1925. 359/60.
280. Petherbridge, F. R., Observations on the life-history of the Wheat-Bulb-Fly (*Hylemyia coarctata* Fall.). Journ. Agric. Sci. Cambridge 11. 1921. 99—105. 2 Taf.
281. Rörig, G., Die Sommergeneration der Blumenfliege 1911. Mitt. B. R. A. H. 11, 32.
282. Rostrup, S., Die Lebensweise der *Hylemyia coarctata* in Dänemark. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten 21. 1911. 385—387.
283. — — Kornets Blomsterflue (*Hylemyia*) i Danmark 1903—1923. Kopenhagen 1924. 180. Beretning fra Statens Forsøgsvirksomhed i Plantekultur.
284. Schander, R., Zur Schädigung des Getreides durch Blumenfliegen (Mitt. d. Hptst. f. Pflanzenschutz in Bromberg). Landw. Zentrbl. f. Posen. Jahrg. 1914. S. 492.
285. Schulte zur Oven, Die Getreideblumenfliege. Nachrbl. f. d. deutschen Pflanzenschutzdienst 3. 1923. 50.
286. Störmer, und Kleine, R., Lebensgeschichte der Getreidefliegen und Beziehungen zwischen Klima und Auftreten. Fuhlings landw. Ztg. 1911. S. 682.
287. Wahl, B., Die Getreideblumenfliege. Mitt. 6 d. österr. Pflanzenschutzstation. 1914. S. 4.
288. Zimmermann, G., Blumenfliege im Wintergetreide. Ill. landw. Ztg. 40. 1920. Nr. 37/38, S. 178; Nr. 39/40, S. 190.



# Kleine Mitteilungen.

## Zuckerrübenschädlinge in Argentinien.

Von Dr. Ortwin Günther in Media Agua (Argentinien).

(Mit 1 Abbildung.)

Im Mai 1929 wurde zum ersten Male im Lande Rübenzucker produziert. War auch die Menge noch klein, konnte sie auch noch nicht der Rohrzuckerindustrie gefährlich werden, die in den nördlichen Provinzen eine mächtige Industrie bildet, so war doch damit der erste Schritt getan, eine neue Kultur einzuführen, die allerdings noch nicht ihre Daseinskraft unter Beweis gestellt hat. Die für eine tägliche Verarbeitung von 1000 t eingerichtete Fabrik liegt in der Provinz San Juan; im Süden am Rio Negro wird eine zweite kleinere Fabrik gebaut, die täglich 300 t verarbeiten soll. Die hier mitgeteilten Tatsachen beziehen sich auf die größere in der nördlichen Provinz, wo auch die Versuche ernster und mit größerem Erfolg gemacht sind, was wissenschaftliche Ausbeute anlangt. Immerhin ist alles nach deutschen Begriffen recht primitiv und nicht nach den Vorschriften über Versuchsanstellung. Man vergegenwärtige sich aber, daß ein und dieselbe Person die Versuche leiten, den Großanbau regeln und das ganze Personal von den Verwaltern an bis zum letzten Arbeiter in die Rübenkultur einführen mußte.

Die Provinz San Juan liegt am Fuße der Anden, von der Fabrik aus sieht man das gewaltige Haupt des schneebedeckten Aconcagua, des höchsten Berges Südamerikas. Sie liegt ungefähr zwischen dem 30. und 33. südlichen Breitengrad, der 32. Grad, auf dem der Ort liegt, entspricht dem nördlichen Breitengrad, der Jerusalem, die große Syrtis und Marokko durchzieht. Agadir liegt etwas südlicher. Somit steht man wohl vor der wissenschaftlich interessanten Tatsache, daß hier zum ersten Male Rüben in fast subtropischem Klima gebaut wurden und noch werden, mit der Einschränkung, daß auf der südlichen Halbkugel die klimatischen Bedingungen ganz andere sind als im Norden. Eine auf große Exaktheit keinen Anspruch erhebende eigene meteorologische Station der Fabrik hat in dreijährigen Beobachtungen folgende Daten gesammelt, die besser den Klimacharakter veranschaulichen, als die Angabe der geographischen Breite. Nur sei noch bemerkt, daß die Provinz etwa 500 m über N. N. liegt und 1000 km von der atlantischen Küste. Kontinentalklima also im Regenschatten der Anden. Das Klima ist sonnenreich, im Winter Nachtfroste, tagsüber fast warm, im Sommer erträgliche Nächte und enorm heiße Tage. Übergänge sind schroff, so daß fast kaum von Herbst und Frühling die Rede ist.

Monat	Temperaturmittel in ° C	Sonnenschein- stunden	Niederschläge in mm
Januar . . . .	26,2	359,0	26,0
Februar . . . .	24,2	287,7	25,0
März . . . . .	21,7	337,7	4,5
April . . . . .	17,6	277,7	1,2
Mai . . . . .	10,3	240,5	1,0
Juni . . . . .	5,5	179,0	3,0
Juli . . . . .	6,2	195,5	1,0
August . . . . .	8,4	233,5	0,0
September . . . .	11,8	245,0	2,0
Oktober . . . . .	17,2	293,5	37,0
November . . . . .	21,4	333,7	4,3
Dezember . . . .	23,4	367,0	2,5
Summe	193,9	3349,0	108,3
Jahresdurchschnitt 16,1 °			

Die Jahresdurchschnittstemperatur ist also rund 6—7° höher als in Mitteldeutschland oder Böhmen. Auch die Sonnenscheindauer um ein Vielfaches größer. Die Regenmenge von rund 100 mm, deren Hauptmenge im Sommer von Oktober bis Februar fällt, ist ganz unzureichend, die hohe Verdunstung macht einen Regen von weniger als 10 mm überhaupt illusorisch, da sofort alles wieder verdampft. Die künstliche Bewässerung ist daher die Grundlage alles Wachstums. Diese Angaben sind für das Verständnis der Lage erforderlich, die der neu einzuführende Rübenbau vorfindet: es hieß sich den Umständen anzupassen und neue Formen zu suchen.

Neben den Schwierigkeiten der veränderten Umwelt waren es besonders die den Rüben drohenden Gefahren, Schädlinge und Krankheiten, die manchmal den Erfolg fast in Frage stellten. Auch heute ist die Frage nicht sicher geklärt, ob der Rübenbau auf die Dauer hier existieren kann. Hat man schon in Deutschland die Beobachtung machen können, daß in trockenen Jahren die Schäden durch tierische Feinde zunahmen, in feuchten aber die Krankheiten überwogen, so wurde damit schon wahrscheinlich gemacht, daß hier in Argentinien den tierischen Schädlingen die Hauptaufmerksamkeit zu widmen war. In der Tat stellte sich heraus, daß deren Bekämpfung die Hauptaufgabe des Pflanzenschutzes sein mußte. So will ich hier die zwei wichtigsten Schädlinge schildern.

Wo in Argentinien Landbau getrieben wird, findet sich die Alfalfa (Luzerne), die auf dem futterwüchsigen Boden des Landes ganz ausgezeichnete Erträge gibt, und zwar sowohl in Zonen, wo der natürliche Regen ausreicht als auch in den Bewässerungsgebieten. Auch in der Umgegend der neuen Fabrik fanden sich daher ziemlich ausgedehnte Alfalfafelder. Von ihnen sollte sich der Hauptfeind der Alfalfa auf die Rübenkulturen so rasch ausbreiten, daß es Augenblicke gab, in denen man der Zukunft sehr pessimistisch entgegensah. Es ist *Colias lesbia*, hier Alfalfaraupen- und -schmetterling genannt. Zur näheren Erklärung der Lebensgewohnheiten und des Aussehens bringe ich eine Übersetzung der Beschreibung, wie sie die Pflanzenschutzstelle des Landwirtschaftsministeriums veröffentlicht.

*Colias lesbia* F. (Alfalfaschmetterling). Unter allen Alfalfaschädlingen ist bis auf den heutigen Tag der schädlichste dieser Schmetterling, dessen Leben und Gewohnheiten dem Landwirt ziemlich bekannt sind. Die Eier sind von dunkelroter Farbe und werden gewöhnlich auf die Blattoberseite gelegt. Die Raupen schlüpfen nach 4—5 Tagen aus und sind im Anfang schwärzlich und später grünlich. Die Gefräßigkeit der Raupe ist so groß, daß sie ohne Unterschied Blätter, Stengel und Blüten frisst, wobei die Blüten am meisten leiden, so daß jegliche Samenbildung unterbunden wird. Nachdem die Raupe außerordentlich viel Schaden angerichtet hat, verpuppt sie sich auf derselben Pflanze, die ihr die Nahrung geboten hat; ihre Farbe ist dann von grünlicher Tönung. Nach etwa 10—15 Tagen schlüpft der gelblich-orangefarbene Schmetterling aus. Er fliegt niedrig, jeder Landwirt kann ihn an heißen Tagen in den Alfalfafeldern beobachten.

Es scheint, daß starke Regenfälle die Entwicklung dieser Raupe empfindlich stören, da sie wohl Krankheiten der Raupen begünstigen; deshalb machen sich auch in den künstlich bewässerten Feldern die Schäden nicht so bemerkbar.

Es gibt wenige und schlecht wirksame Bekämpfungsmittel, die man zur Vernichtung dieses Schädlings anempfehlen könnte, unter ihnen sind die folgenden am wirksamsten.

Man mäht so früh wie möglich und ganz nahe der Erde. Dann läßt man die Scheibenegge über das ganze Feld gehen, gefolgt von der Walze oder einer Zweiegge. Man muß darauf achten, alles Unkraut der Umgebung zu vernichten. Gute Resultate erzielt man, wenn man das Feld in langen Streifen abmäht, indem man immer einen um den anderen davon stehen läßt. Dann dringen die Raupen in die nicht gemähten Streifen ein, wo sie mit Bespritzen von 2—3prozent. Seifenlösungen vernichtet werden können.“

Soweit das Auftreten des Schädlings in der Luzerne. Im ersten Rübenjahr wurde die Saatzeit der Rüben aus verschiedenen Gründen sehr spät begonnen, Mitte September, und zog sich bis in den Dezember hin. Das entspricht auf der nördlichen Halbkugel den Monaten März bis Juni. Da aber hier ein ganz anderes Klima herrscht, so ist schon

aus diesem Grunde die Verlegung der Saatzeit auf die Monate Mai bis August dringend erforderlich, ganz abgesehen von dem Befall mit dieser Raupe. Durch die frühere Saat erreicht man, daß die Rüben schon kräftig und einigermaßen ausgewachsen sind, so daß die Schäden nicht so katastrophal werden. Im ersten Jahre aber waren sie gerade aufgelaufen oder im Verhack- und Verziebstadium, als die große Raupeninvasion kam. Im Verlauf von wenigen Stunden waren Flächen, die sich auf Hektare beliefen, vollkommen kahl gefressen (s. Abb.) Da man sich nicht auf solche Schädlinge eingerichtet hatte, verging kostbare Zeit mit der Beschaffung von den Bekämpfungsmitteln und Apparaten. Man spritzte Schweinfurter Grün in Kalkmilch gelöst (1000 l Wasser, 1000 g Schweinfurter Grün, 2000 g Kalk). Die Spritzapparate waren die in den Weinpflanzungen üblichen auf dem Rücken zu tragen, mit einem Fassungsvermögen von 20 l, und die in den Obstpflanzungen üblichen fahrbaren Spritzen mit etwa 200 l Inhalt. Es ist ohne weiteres verständlich, daß diese Geräte vollkommen unbrauchbar zu dem Zweck sind, die Unkosten sind zu hoch und die Leistung gering. Daher sind allein Spezialkonstruktionen verwendbar,



Durch *Colias lebia* F. völlig abgefressene Rüben auf einer Versuchsparzelle.  
Im Vordergrund einige übriggebliebene Pflanzen.

Wagen von 2—4 m Streubreite, die mit Düsen versehen sind in Abständen der Rübenreihen. So könnte man in einem Arbeitsgang 4—8 Reihen auf einmal nehmen. Es waren eben hier entsprechende Konstruktionen nicht aufzutreiben, so daß man sich behelfen mußte.

Nun zur Wirkung. Zweifellos wurden die Raupen getötet, die auf Blättern mit dem giftigen Überzug fraßen. Aber der Nachwuchs war so groß, daß eine einzige Bespritzung nicht genügte. Im Verlauf der Vegetation sind bis zu 6 Generationen aufgetreten, die später nur deshalb nicht so großen Schaden anrichten konnten, weil die Pflanzen selbst stärker geworden sich gegen den Feind zu wehren vermochten. Je jünger die Pflanzen, um so größer war der Schaden, da die gefräßigen Raupen die Blätter radikal abfraßen. Sogar bis in das Herz der Rübe drangen sie ein und zerstörten den Vegetationspunkt, so daß die Rübe zugrunde ging. Waren die Kulturen älter, so wurden zwar die Blätter auch völlig abgefressen, aber die Pflanze hatte die Möglichkeit, neue zu bilden und sich so zu erhalten. Die Erfahrung lehrt also, daß man versuchen muß, bis zum Auftreten der Schädlinge die Rüben schon so in ihrem Wachstum zu fördern, daß sie selbst imstande sind, den Schaden wieder gut zu machen. So spart man die hohen Spritzkosten und gewinnt Zeit. Ganz abgesehen davon, daß das Klima gebieterisch eine zeitige Saat erfordert. Die Raupen treten gegen Ende Oktober auf und sind bis Februar nachweisbar.

Bis Ende Oktober sind daher die Rüben mindestens so weit zu fördern, daß sie verhackt und verzogen sind und möglichst schon ein Würzeloh von 1—2 cm Stärke gebildet haben.

Es sind schätzungsweise \$ 20.— (1 \$ = 1,80 Rm.) pro Hektar Unkosten durch die Bekämpfung entstanden, abgesehen von der Tatsache, daß mindestens 30 % aller angesäten Flächen neu bestellt werden mußten, d. h. im Oktober bis November, als schon gar keine Aussicht mehr war, bei der herrschenden Hitze einen leidlichen Aufgang zu erzielen.

Wenn auch das fast regenlose Klima für die Art der Bekämpfung in Form von Verspritzen wässriger Lösungen ideal ist, weil darauffolgende Regengüsse den Erfolg der Arbeit nicht in Frage stellen, so muß man doch in der zeitlichen Reihenfolge von Bewässerung und „Spritzen“ Klugheit walten lassen, damit der Erfolg nicht zunichte gemacht wird. Wo irgend zugänglich, muß daher dem Bewässern unmittelbar auf dem Fuße das Respritzen folgen, so daß das Gift bis zur nächsten Bewässerung Zeit genug hat zu wirken. Die Bewässerung wird hier in der Weise ausgeführt, daß die Felder so eingeebnet werden, daß vom Bewässerungsgraben bis zum Entwässerungskanal ein möglichst gleichmäßiges Gefälle hergestellt wird. Dann werden mit dem Pflug in der Richtung der Bewässerung Dämme gezogen, die einer vom anderen 8—12 m entfernt parallel verlaufen und gestatten, das Land in Beeten zu bewässern und so das Wasser zwingen, nur in dem zugewiesenen Beet bis zum Entwässerungskanal zu laufen, wo es abfließt. Bei der Höhe der Dämme und je nach Gefälle des Landes kann man mit einer Überflutung in der Höhe von 10 cm etwa rechnen, eine Wasserhöhe, die sämtliche Blätter vollkommen reinzuwaschen in der Lage ist. Außerdem ist die Wassermenge mindestens einem Regen von 80—100 mm entsprechend, was zur Genüge erklärt, daß man genau auf die Beziehung zwischen Bewässerung und Spritzen achten muß.

Fast gleichzeitig tritt ein anderer Schädling in den Rüben auf, der durch Fraß an den Blättern Verheerungen anrichtet. *Epicaula adspersa* Klug. In spanischer Übersetzung der graue Käfer. Es folgt wieder die Beschreibung des Landwirtschaftsministeriums über das Insekt, das, wie wir sehen werden, sonst Tomaten, Spinat, Mangold befällt.

„*Epicaula adspersa* Klug. Die Wirtspflanzen dieses Parasiten sind neben der Kartoffel in der Hauptsache Tomate, Spinat, Mangold und viele andere.

Nachdem das Weibchen befruchtet ist, was meistens im Januar geschieht, legt es seine Eier in die Bodenspalten, Löcher und unter Erdklumpen. Die Zahl der Eier schwankt zwischen 120 und 150. Sie sind weißgelblich und etwa 1 mm lang. Das herangewachsene Insekt ist 13—16 mm lang, sein Körper konisch. Seine Farbe ist schwarz, aber da es von einem grau-gelblichen feinen Haarkleid bedeckt ist hat es den Namen „grauer Käfer“ erhalten.

Im allgemeinen beobachtet man den Parasiten im ausgewachsenen Stadium von Mitte Oktober bis Ende Januar, weshalb die Kartoffelfelder der ersten Ernte, die spät gesät sind, am meisten gefährdet werden.“

Als Bekämpfungsmittel werden Bestäubungen oder Bespritzungen mit arsenalkalischen Produkten vorgeschlagen. Es wird nur noch erwähnt, daß man nur solche Pflanzen nicht mit diesen Mitteln bespritzen oder bestäuben darf, deren Blätter zum menschlichen Genuß bestimmt sind. Wie weit die von uns ausgeführten Behandlungen den Rübenblättern ihren giftigen Überzug bis zur Ernte bewahrt haben, ist nicht untersucht, da hier durch Fütterung mit Kraut keine Versuche angestellt sind.

In den Rüben trat das Insekt etwa auch im Oktober auf, machte aber bei weitem nicht die Schäden wie die obige Raupe, immerhin war es nötig, mit Arsenmitteln zu spritzen, wobei dann gleich gegen beide Schädlinge vorgegangen wurde. Die Schäden, die durch *Epicaula* verursacht wurden, bestanden darin, daß die Blätter bis auf die Blattnerven abgefressen wurden. Die Tiere fliegen niedrig und faul, so daß sie sich leicht mit der Hand fangen lassen. Sie treten mehr nesterweise auf, werden durch Hacken sowie jede andere Bearbeitung gestört. Im Gegensatz dazu steht die Raupe von *Colias*,

die, einmal in einen Plan eingedrungen, diesen radikal abfrißt, sich äußerst schnell von Pflanze zu Pflanze auch über den Erdboden bewegt und bei Störung sich fallen läßt.

Beide Schädlinge haben sich überraschend schnell an die neue Nahrung gewöhnt, es ist nicht schwer zu vermuten, daß sich beide als dauernde Feinde des argentinischen Zuckerrübenbaus bemerkbar machen werden. Da *Epicauta* fliegen kann, ist die Bekämpfung durch die Bewässerung selbst aussichtslos, während bei der Raupe von *Colias* gewisse Erfolge erzielt wurden. Nur ist bei der strengen Verteilung des Wassers keine Möglichkeit, dieses Mittel in gewünschtem Umfange zu gebrauchen.

### Parasitäre Krankheiten von Mehlmottenlarven.

In zwei äußerst anregenden Arbeiten: „Parasitäre Krankheiten der Mehlmottenlarven und Versuche über ihre Verwendbarkeit als biologische Bekämpfungsmittel“<sup>1)</sup> und „Über den Entwicklungsgang der Microsporidie *Thelophora ephestiae* und die von ihr hervorgerufenen Krankheitserscheinungen“<sup>2)</sup> beschäftigt sich O. Mattes in äußerst eingehender Weise mit den durch Kleinlebewesen hervorgerufenen Krankheitserscheinungen der Mehlmottenlarven.

Die Untersuchungen Berliners überprüfend wird festgestellt, daß für die typische Schlaffsucht der Mehlmottenraupen der *Bacillus thuringensis* Berliner als der alleinige Erreger anzusprechen ist. Daneben treten noch andere pathogene Mikroorganismen auf.

Äußerlich läßt sich erst in vorgeschrittenen Stadien die Schlaffsucht im Verhalten der Larven feststellen. Ähnlich wie vor der Verpuppung beginnen die Larven unruhig umherzuwandern und schließlich an einer Stelle sitzen bleibend, versuchen sie sich einzuspinnen, was jedoch bei dem schnellen Verlauf der Krankheit nicht mehr gelingt. Der bei der gesunden Larve pralle Körper wird auffallend schlaff. Nach diesem Symptom hat die Krankheit auch ihren Namen erhalten. — Mit fortschreitender Erkrankung wird die Reaktion auf Berührungsreize immer schwächer. Nach dem Tode, oft jedoch auch schon vor diesem, treten bräunliche bis schwarze Verfärbungen auf und zwar zuerst am Vorder- und Hinterende. Allmählich wird die immer mehr und mehr in sich zusammensinkende Leiche allgemein braun oder schwarz und trocknet schließlich zu einer zu Staub zerreibbaren Mumie ein.

Ausführlich hat Mattes die inneren Krankheitserscheinungen bearbeitet, über diese lagen bisher keine genaueren Angaben vor. Noch bevor sich die äußeren Merkmale der Erkrankung an der Larve einstellen, und diese von einem gesunden Tier noch nicht zu unterscheiden ist, lassen sich schon die Bakterien in der Blutflüssigkeit in großer Zahl nachweisen.)

Die Infektion erfolgt durch den Mund. Die Keimung der Sporen dürfte zum Großteil im vorderen Teil des Mitteldarmes vor sich gehen. Die gekeimten Stäbchen, die nach wenigen Stunden im Mitteldarm nachzuweisen sind, verändern die chemische Beschaffenheit des Darminhaltes, wodurch eine Schädigung des Darmepithels bedingt wird. Die Bakterien dringen meist im vorderen Teil des Mitteldarmes zwischen den

<sup>1)</sup> Sitzungsber. d. Ges. z. Beförderung d. ges. Naturwissenschaften zu Marburg. 1927. 63. Bd. H. 12. S. 381—417.

<sup>2)</sup> Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. 132. Bd. 1928. S. 526—582.

<sup>3)</sup> Um die Bakterien in Darm und Blutflüssigkeit gut nachweisen zu können, wurde mit Erfolg folgende Präparationsart angewendet: Larven zunächst mit heißer Konservierungsflüssigkeit übergießen, nach 15 Minuten anschneiden, darnach noch einige Stunden in der Flüssigkeit belassen. Überführung durch die einzelnen Flüssigkeiten langsam. Beste Ergebnisse zeitigten: Zenkersche Lösung, Zenker Formol und Sublimatalkohol. Machträglich zur Chitinerweichung mitunter Diaphanol. Günstigste Schnittfärbung: Eisenhämatoxylin nach Heidenhain.

Zellen des Darmepithels ein (nie aber in die Epithelzellen selbst) und gelangen zwischen den Zellen der Darmkrypten und zwischen den Muskel- und Bindegewebsselementen hindurch in die Blutflüssigkeit. Unter den hier günstigen Lebensbedingungen geht die Vermehrung nun noch bedeutend rascher als im Darm von statten. Die Durchwanderung aus dem Darm in die Blutflüssigkeit währt relativ kurze Zeit (wenn die Vermehrung im Darm einen gewissen Höhepunkt erreicht hat). Der Darm selbst wird selten zerstört, er findet sich wenn auch krankhaft verändert, auch noch in der toten Larve vor.

Die sichtbare Schädigung der Organe erfolgt erst, nachdem das Blut mit zahlreichen vegetativen Bakterien durchsetzt ist. Die Erkrankung wird nun auch äußerlich wahrnehmbar: es tritt das „Schlaffwerden“ auf. Diese Erscheinung des Schlaffwerdens wird auf eine übergroße Wasserabgabe infolge Schädigung der Hypodermis und der Kutikula zurückgeführt. Die krankhafte Veränderung der inneren Organe macht sich zuerst an der Oberfläche, also dort wo sie mit der krankhaft veränderten Blutflüssigkeit in Berührung stehen, bemerkbar. Enzymwirkung. (Durch die Stoffwechselprodukte der Bakterien dürfte auch der Aziditätsgrad der Blutflüssigkeit einschneidend geändert werden. Es bleibt daher nur der Säure- und wohl auch bauefestere Darm erhalten. D. Ref.) Zunächst verfällt der Fettkörper der Auflösung, dann die Muskulatur, am längsten widerstehen die Spinnrüschenschläuche und das Nervensystem. Gehirn und Bauchmark dürften erst nach dem Tode infiziert werden. Schließlich wird der ganze Inhalt der Larve in eine dunkelbraune Flüssigkeit verwandelt die immer zähflüssiger wird: endlich bleibt eine schwarzbraune Mumie zurück. Die Sporenbildung erfolgt zum Großteil während des Austrocknungsprozesses, nur im Darmkanal setzt sie schon früher ein.

Auf den gebräuchlichsten Nährböden läßt sich *Bacillus thuringensis* leicht züchten. Günstige Ergebnisse zeitigte die Kultur auf Glycerinagar. Die optimalen Temperaturen für die Zucht liegen zwischen 25 und 35° C.

Im IV. Abschnitt der erstgenannten Arbeit werden Zytologie und Formwechsel des *Bacillus thuringensis* behandelt, dieser interessante Teil der Arbeit, auf den hier nicht näher eingegangen werden kann, ist an Hand sehr guter Tafelabbildungen erläutert. Die reife Spore ist gleichartig oval, stark lichtbrechend. Die vegetativen Stäbchen sind peritrich bewimpert.

Künstliche Infektionsversuche führen bei allen Larvenstadien leicht zum Erfolg, vorausgesetzt, daß die Larven hiezu aus dem Gespinst herausgenommen werden. Der größte Hundertsatz infizierter Larven starb ab, wenn die Mundteile der Larven mit Sporenaufschwemmungen aus Reinkulturen bestrichen wurden. Obwohl die Herstellung großer Sporenmengen leicht durchführbar ist, durch Abkochen des zur Impfung benutzten Sporenmaterials Mischkulturen fast vermieden werden können, und große Mengen von Sporen auch jederzeit verfügbar zu halten sind, kann *Bacillus thuringensis* doch nicht in großzügender Weise zur praktischen biologischen Bekämpfung herangezogen werden. Praktische Versuche in dieser Richtung unter natürlichen Verhältnissen waren nicht von Erfolg begleitet. Die Ursache liegt einerseits darin, daß unter natürlichen Verhältnissen die filzartigen Gespinstmassen für die Bakteriensporen undurchlässig sind, andererseits finden die Larven innerhalb der (z. B. in Mühlen) ganz mit Mehl durchsetzten Gespinste hinreichend Nahrung, sind also nicht gezwungen die Gespinste zu verlassen. Nur jener Teil der Larven der sich nahe der Gespinstoberfläche befindet oder solche die an der Außenseite Nahrung suchend hiebei Sporen aufnehmen und infiziert wurden, starben ab. Bei Anwendung in der praktischen biologischen Bekämpfung wird daher nur ein geringer Hundertsatz der Larven infiziert und abgetötet. Eine Ansteckung von Tier zu Tier ist gleichfalls außerordentlich selten, weil die infizierten Larven meist sehr unruhig umherkriechen und ihre Gespinste verlassen oder, wenn sie innerhalb des Gespinstes absterben, sich vorher in einem kokonartigen Gespinst (ähnlich wie vor der Verpuppung) einspinnen. Trotz der hohen Virulenz ihres Erregers ist daher die Schlaffsucht unter natürlichen Verhältnissen nur schwach verbreitet. Der Verfasser gibt der Meinung Ausdruck, daß auch bei fortschreitender Verbesserung der Methode doch der Kampf unter Einsetzung chemischer Mittel aussichtsreicher bleibt.

Außer dem Erreger der Schlafsucht beobachtete und bearbeitete Mattes noch andere Kleinlebewesen, die allein oder gleichzeitig mit *Bacillus thuringensis* auftraten.

*Bacillus agilis* n. sp. wird unter ganz bestimmten, für die Larve abträglichen Verhältnissen pathogen, kommt daher für die praktische Bekämpfung nicht in Frage. Die Übertragung erfolgt per os. Die äußeren Erscheinungen sind nicht so auffallend wie bei der Schlafsucht. Nach dem Tod tritt in der Regel allgemeine Braunfärbung auf. Häufig sind Mischinfektionen mit *Bacillus thuringensis*.

*Micrococcus ephestiae* n. sp. ist nichtpathogener Darmbewohner, eine Kokkenart mit ziemlich dicker gallertartiger Membran.

Eine neue *Schizogregarinenart* (die *Ophryocystis mesnili*, die in den Malpighischen Gefäßen von *Tenebrioniden* lebt, ähnlich und nahestehend ist) befällt in erster Linie den Fettkörper der Larven. Die hier auftretenden freien Sporoziten bedürfen zur weiteren Entwicklung höchstwahrscheinlich eines Zwischenwirtes. Mattes vermutet dieses unbekannten Zwischenwirt in den Schlupfwespen, welcher die Mehlmottenlarven für ihre Brut und auch zur Nahrungsaufnahme anstechen.

Eine neue Microsporidienart *Thelohania ephestiae* n. sp. bewohnt gleichfalls den Fettkörper der Mehlmottenlarven. Dieser, bereits in der ersten vorn zitierten Arbeit kurz besprochenen Art, ist die zweite Arbeit, die gleichfalls mit guten Bildern versehen ist, zur Gänze gewidmet. Nach Beschreibung des Materials und der Untersuchungsweise — wo sich zahlreiche wertvolle Hinweise finden — wird auf die äußerst interessanten Einzelheiten eingegangen.

Äußere typische Krankheitserscheinungen treten bei *Thelohania ephestiae* nicht auf. Auf ein Stadium großer Unruhe folgt ein solches geringster Reaktion auf äußere Reize. Schließlich macht sich ein Zusammenschrumpfen bemerkbar, welches an Stellen, wo der Fettkörper besonders starken Befall aufweist, auffallend intensiv ist.

*Thelohania ephestiae* ist typischer Fettkörperparasit, ausnahmsweise ist auch ein Auftreten im Bindegewebe, dann zwischen Mitteldarmepithel und Darmmuskularis, endlich auch noch in den unteren Schlundganglien zu verzeichnen. Auf das Wirtstier selbst scheint im allgemeinen nur ein geringer Einfluß ausgeübt zu werden.

Bei den Larven, in denen der Krankheitsfortschritt zu einem endgültigen oder vorübergehenden Stillstand gelangte, lassen sich zwei Fälle unterscheiden. Fall 1: Hier ist das Fettgewebe völlig aufgebraucht und durch Sporenherde ersetzt, und Fall 2: Bei dem die Fettkörperlappen teilweise von mehr oder weniger umfangreichen Sporenherden erfüllt sind. Nach Mattes dürfte die Ursache dieser zwei Formen in der verschiedenen Disposition der Larven und auch in dem jeweiligen Ausbildungsgrad des Fettkörpers und der damit in Einklang stehenden Widerstandskraft des Wirtes gegen den Parasiten zu suchen sein. Histologische Untersuchungen bei Fall 2 lassen auf eine Abwehraktion des Wirtskörpers schließen, obwohl es nicht zu Cystenhüllen kommt. Es treten Entzündungsähnliche Erscheinungen am Rand der Herde auf, die eine Weiterausbreitung des Parasiten verhindern können. Die dadurch eingeleitete Sporogonie nimmt im Inneren der Herde<sup>1)</sup> den für *Thelohania* normalen Verlauf (es gehen 8 Sporen aus einem Sporonten hervor), in den Randbezirken geht aber eine direkte Umwandlung des jungen Sporonten in eine Spore vor sich.

Diffuse Infiltrationen treten mitunter auf, sie gehen auf bereits vorhandene Herde zurück. Sekundäre Infektion, Autoinfektion. Es treten bindegewebsartig veränderte Fettgewebe auf. Das Eindringen junger Amöboidkeime die aus reifen Sporen alter Herde stammen, muß in junge im Wachstum befindliche Fettkörperteile stattgefunden haben.

Während des Larvenlebens ist die pathologische Wirkung auf das Wirtstier, wenn es sich nicht um besonders starke Infektionen handelt, sehr gering. Wenn nicht vorher letaler Ausgang erfolgte, tritt eine einschneidende Schädigung erst während der Metamorphose

<sup>1)</sup> Mattes hält an der Bezeichnung „Herd“ fest, da es nicht zur Bildung einer Hüllschicht, bzw. Zystenwand kommt.

(wo ja der Fettkörper eine große Rolle spielt) ein: es treten Kümmerformen auf. Auch in normalen Imagines finden sich mitunter Sporen, die von schwachen Infektionen herühren dürften. Doch kommt es aber bei infizierten Larven meist nicht mehr zur Ausbildung der Imagines.

Im zweiten Teil der Arbeit, wird der Bau und Entwicklungsgang von *Thelohanis ephistae* eingehend behandelt, zahlreiche gute Abbildungen unterstützen den Text. Auf diesen anregenden Teil der Arbeit einzugehen, würde zu weit führen.

Die Infektionsweise, die Art wie die Infektionsstadien in einen neuen Wirt gelangen, ist noch ungeklärt. Mattes vermutet, daß die Primärinfektion vielleicht nicht durch den Darm, sondern möglicherweise durch den Stich von Schlupfwespen erfolgt. Künstliche Infektionsversuche zeitigten kein positives Ergebnis.

Im Gegensatz zu *Pistophora schubergi*, dem nach Zwölfer praktische Bedeutung zukommt, kommt *Thelohanis ephistae* für Zwecke biologischer Bekämpfung schon allein mit Rücksicht auf die Undurchführbarkeit künstlicher Infektion nicht in Frage.

Dr. Erwin Schimitschek, Wien.

### *Ptinus raptor* Str. als Schädling im Bienenstock.

Von K. Braßler, Berlin.

(Mit 2 Abbildungen.)

Die Frage, die Cornel Schmitt im „Kosmos“ 1929, Heft 2 stellt, ob es möglich sei, daß Diebskäfer bei Bienen usw. schmarotzen, ist nach den neueren Erfahrungen zu bejahen. Schmitt fand im Nest der Mauerbiene (*Osmia rufa*) gewöhnliche Diebskäfer (*Ptinus fur*), die vermutlich den von den Bienen eingetragenen Pollen und produzierten Honig fraßen und auch die Puppen angebohrt hatten, so daß die Brut eingehen mußte. Aber schon viele Jahre vorher (1916) hat Bartels in der „Neue Bienenzeitung“, 15. Jahrg., über Zerstörungen im Pollen der Zellen von Honigbienen (*Apis mellifica*) berichtet und als Urheber dieser Schädigungen die Larven von *Ptinus fur* vermutet. Und in der Tat wurde in der Zwischenzeit wiederholt sowohl die Larve als auch die Imago von *Ptinus fur* als Schädling im Bienenstock festgestellt, nicht selten in Gesellschaft des Speckkäfers (*Dermestes lardarius*). Beide haben es wohl nur oder in erster Linie auf den Pollen abgesehen, wobei sie allerdings auf der Suche nach demselben auch den Wabenbau zerstören. Der Schaden hat gewisse Ähnlichkeit mit demjenigen, der von den Raupen der Wachsmotten angerichtet wird und Sklenar sagt wohl nicht mit Unrecht, daß die genannten Käfer wohl weit häufiger in Bienenstöcken vorkommen, als von den Imkern gemeinlich angenommen wird, weil sie zum wenigsten diese Tiere kennen und das, was diese auf dem Gewissen haben, einfach der Rankenmade zuschreiben.

Nun hat Arnhart im Sommer 1927 einen weiteren Käfer aus der Gattung *Ptinus* als Schädling der Bienenzucht beobachtet. Es handelt sich um den „Räuber-Bohrkäfer“ (*Ptinus [Cyphoderes] raptor* Sturm = *Pt. bidens* Kiesw. non Oliv.) Dieser ist von *Pt. fur* dadurch unterschieden, daß sowohl Männchen wie Weibchen auf dem Halsschild je 2 hellgelbe Haar-Tomentpolster besitzen, welche die nebeneinander befindlichen Höcker des Halsschildes krönen (Abb. 1). Sonst sind sie in Farbe und Zeichnung von dem Laien kaum von *fur* zu trennen, zumal auch bei *raptor* genau derselbe sexuelle Dimorphismus in Erscheinung tritt wie bei *fur*. Das Männchen ist länger und schlanker gebaut als das Weibchen. Die Behaarung der Flügeldecken des Weibchens ist etwas abstehend, während beim Männchen die Haare anliegen. Die Tomentpolster, etwas länger als breit, sind beim Weibchen größer und setzen sich wulstartig zum Kopfe hin fort. Zwischen den Tomentpolstern befindet sich eine deutlich sichtbare, am Grunde geglättete Längsfurche, welche beim Männchen nahezu den Vorderrand des Halsschildes erreicht, beim Weibchen hingegen kürzer, dafür aber breiter ist. Die Seiten des Halsschildes tragen auffallende, ohren-



förmige Haarbüschel, die beim Weibchen mehr hervortreten als beim Männchen (Abb. 2). Die Größe der Tiere schwankt zwischen 3—4 mm; das Weibchen ist, wie schon erwähnt, kleiner und gedrungener. Bezüglich des Vorkommens sind die Angaben in den verschiedenen Faunenwerken ziemlich einheitlich: In alten Magazinen, Ställen (an den Wänden) und ähnlichen, dumpfen, des Lichts und der Sonne mangelnden Örtlichkeiten. „Nicht selten.“

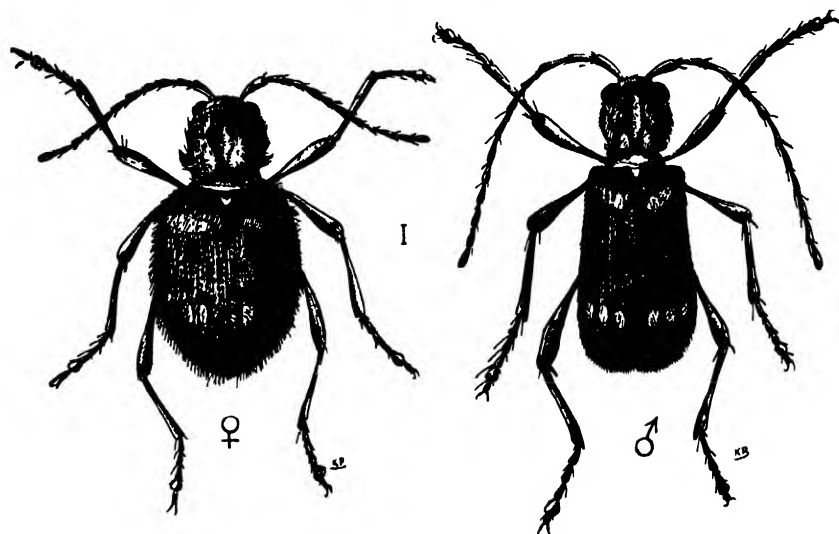


Abb. 1.

Die Larven gleichen in ihrem Habitus den Larven des Diebskäfers. Sie haben gerade in einer Bienenzelle Platz. Da sie aber unmöglich von dem Inhalt einer Zelle leben können, müssen sie sich auf Wanderschaft begeben. Dabei durchbeißen sie das Wabenwachs, zerstören die Mittelwände und machen auch vor dem Einwickelpapier nicht halt, wenn die Waben zum Zwecke späteren Gebrauchs vom Imker verpackt worden sind, ohne daß er die Zellen auf das etwaige Vorhandensein von Schädlingen geprüft hat. Hat die Larve ihren Fraß beendet, dann beschließt sie ihr Dasein in einer Zelle. Die Nymphe füllt den Zellenraum fast vollständig aus.

Der Schaden, welcher von der Larve des Räuber-Bohrkäfers angerichtet wird, besteht einmal darin, daß den Bienen die Pollennahrung weggenommen wird und die Bienenbrut verhungert oder erstickt, weiterhin darin, daß der Nestbau durchlöchert und zer-



Abb. 2.

nagt wird. Die Bienen können nicht ordnungsgemäß bauen, die im Zentrum des Stocks befindliche Brutkugel wird empfindlich gestört. Bei der Gefräßigkeit der Käferlarven kann — es braucht dazu nicht einmal ein erheblicher Befall vorliegen — im Laufe der Sommerperiode der ganze Stock vermistet und das Bienenvolk zum Aussterben gebracht werden. Die Bohrgänge der Larven durch den Wabenbau sind unregelmäßig. Der Pollen wird, soweit er nicht zur Nahrung der Schmarotzer dient, unbrauchbar für die Bienen,

auch dann, wenn die Larve entfernt worden ist. Er wird hart, bröckelig und ist mit Larvenkot stark vermengt.

Über die Biologie von *Pinus raptor* liegen genaue Angaben bis jetzt nicht vor. Seine Bekämpfung im Bienenstock dürfte jedenfalls mit den gegen den Speckkäfer üblichen Methoden restlos gelingen.

#### Literatur.

- Arnhart, Ludwig, Der Räuber-Bohrkäfer (*Pinus raptor* Str.), ein Pollenzerstörer. Neue Bienenzeitung. Nr. 6. S. 159—160. 1929.  
 Bartels, Ludwig, Neue Bienenzeitung. Jahrg. XIV.  
 Krancher, O., Biene und Bienenzucht. S. 70. Leipzig 1927.  
 Kuhn, P., Illustrierte Bestimmungstabellen der Käfer Deutschlands. Stuttgart 1912.  
 Reitter, E., Fauna Germanica. Bd. III. S. 325. 1911.  
 Schmitt, Cornel, Der Diebskäfer als Schmarotzer? Kosmos. H. 2. S. 72. 1929.  
 Sklenar, Guido, Mein Bienenmütterchen. 2. Aufl. S. 123. 1926.

### Gedanken anlässlich der Hausbockkampagne in Dänemark.

Von Dr. W. Deckert in Hamburg.

(Aus dem Hygienischen Staatsinstitut.)

In den letzten Jahren ist man, zuerst in Dänemark dann aber auch in Deutschland dazu übergegangen, den Hausbock (*Hylotrupes bajulus*) mit Blausäure zu bekämpfen. (Siehe meine Berichte über die in Dänemark angestellten praktischen Versuche zur Bekämpfung des Hausbocks mit Blausäure und deren Ergebnis. Technisches Gemeindeblatt 1928 Jahrg. 30, Nr. 22 und Jahrg. 31, Nr. 17.)

Während man in Deutschland nur von vereinzelten Versuchen sprechen kann, sind in Dänemark Hausbockdurchgasungen mit Blausäure fast alltägliches Ereignis geworden. Ich bin in der Lage, eine Liste derjenigen Gebäude in Dänemark zu veröffentlichen, deren Dachboden allein in den Monaten Juni, Juli, August dieses Jahres mit Blausäure gegen den Hausbock durchgast wurden. Es sind dies:

Rathaus in Odense . . . . .	3000 m <sup>3</sup>
Kirche in Frederiksberg . . . . .	1300 „
Kirche in Holbaek . . . . .	1800 „
Akademie in Sorö (3 Gebäude) . . . . .	1450 „
Seekadettenschule in Kopenhagen . . . . .	1600 „
Erziehungsanstalt in Kopenhagen . . . . .	2000 „
Schule in Slarup . . . . .	650 „
Schule in Kallundborg . . . . .	450 „
Gelehrtschule in Herlufsholm . . . . .	5500 „
5 Schulen in Roskilde . . . . .	3800 „
Terrakottafabrik in Kopenhagen . . . . .	800 „
Lagerhaus in Kopenhagen . . . . .	2000 „
Tuchfabrik in Hörsholm . . . . .	1900 „
Garage in Gentofte . . . . .	100 „
Papierfabrik in Næstved . . . . .	2400 „
Krankenhaus in Næstved (3 Gebäude) . . . . .	4500 „
Stift in Ballerup . . . . .	250 „
Apotheke in Lyngby . . . . .	400 „
Bahnhof in Ginstrup . . . . .	450 „
17 Privatvillen . . . . .	5900 „

---

Zusammen über 50 Gebäude mit 40250 m<sup>3</sup>

Bei diesen Durchgasungen wurden rund 1200 kg Blausäure in Form von Zyklon B verbraucht.

Bei Betrachtung dieser Liste drängt sich die Frage auf: wie kommt es, daß die Hausbockdurchgasungen in Dänemark so schnell populär geworden sind, während man in Deutschland scheinbar weniger großes Interesse für diese Frage zeigt.

Zunächst könnte man meinen, daß Dänemark in der Hausbockplage in ganz ungewöhnlichem Maße befallen wäre. Das ist nach meinen persönlichen Beobachtungen durchaus nicht der Fall; zum mindesten dürfte in Norddeutschland das Vorkommen des Hausbocks ebenso verbreitet sein, wie im benachbarten Dänemark. Auch die aus Lübeck vorliegenden Nachrichten über die dortigen Hausbockschäden sprechen hierfür. — Zweitens könnte man vielleicht daran denken, daß Deutschlands Verarmung die Ursache dafür sei, daß die Kosten für derartige Schädlingsbekämpfungszwecke gescheut würden. Aber auch hier besteht kein großer Unterschied zwischen Deutschland und Dänemark. Dänemark ist absolut kein reiches Land, und Einkommen und Lebensstandard der verschiedenen Stände in Dänemark unterscheidet sich kaum von den entsprechenden Verhältnissen in Deutschland. Wenn dennoch es erwiesen wäre, daß auf dem Gebiet der Schädlingsbekämpfung in Deutschland ganz allgemein mehr gespart wird, so würde dieses lediglich heißen, daß die Einstellung zur Schädlingsbekämpfung (als einer Notwendigkeit und nicht als Luxus) in Dänemark fortgeschrittener wäre. Aber auch dieses trifft nicht zu. Ich glaube vielmehr die aufgeworfene Frage anders beantworten zu müssen.

Dänemark ist ein kleines Land, so klein, daß die Rubrik „Lokales“ in den 3 bis 4 Haupttageszeitungen, die fast jeder im Lande liest, nicht nur einen kleinen Teil des Landes, sondern das ganze Land umfassen. In Dänemark geschieht nichts Außergewöhnliches, das nicht schon am folgenden Tag jeder im Lande wüßte. — Dänemark ist ferner so klein, daß es in der Regel für jedes etwas abseits gelegene Forschungsgebiet nur einen Sachverständigen hat. Wenn dieser Sachverständige etwas will, dann hat er auch mit Hilfe der wenigen Landeszeitungen sofort das Ohr des ganzen Landes. Und da er der einzige Sachverständige ist, und kein anderer da ist, der diese oder jene Kleinigkeit anders beurteilt und es deshalb für nötig hält, seine abweichende Meinung ebenfalls möglichst populär zu machen, so wird eben das Publikum auch nicht irre gemacht und gibt sich getrost dem Wissen und dem Rate des einzigen Sachverständigen hin.

Die Antwort auf die gestellte Frage lautet also: zweierlei Faktoren erschweren in Deutschland gar zu leicht ein energisches Vorwärtkommen auf dem Gebiete der Schädlingsbekämpfung. (Was hier von der Hausbockbekämpfung mit Blausäure gesagt wurde, sollte lediglich als typisches Beispiel gelten). 1. Die Schwierigkeit, wissenschaftlich erkannte Notwendigkeiten schnell und direkt dem Publikum zu vermitteln. 2. Die Schwierigkeit, die in allen Nuancen schillernden gewiß wissenschaftlich begründeten Meinungen vieler Sachverständiger über denselben Gegenstand zu einem für die Praxis notwendigen Kompromißstandpunkt zu vereinen, der der Öffentlichkeit gegenüber als der zur Zeit allein maßgebliche zu vertreten ist. Ständen in Dänemark der Öffentlichkeit zur Beratung in Fragen der Hausbockbekämpfung statt nur einer, zwei Stellen zur Verfügung, so hätte sich in Auskünften dieser Stellen sicherlich eine verschiedene Auffassung, über die Notwendigkeit der Hausbockbekämpfung, über die anzuwendenden Mittel, usw. geltend gemacht — mit dem Erfolg, daß die praktisch interessierten Kreise sich lieber erst einmal abwartend verhalten hätten. Abwartende Haltung bietet freilich dem Interessenten zuweilen den Vorzug, möglichen Fehlschlägen aus dem Wege zu gehen. Für den Fortschritt im ganzen ist jedoch die abwartende Haltung, die Passivität der Interessierten niemals ein Vorzug. Darum gilt es alles zu vermeiden, was die Aktivität der an der Schädlingsbekämpfung praktisch interessierten Kreise hemmt.

## Der Australische Diebskäfer (*Ptinus tectus* Boield.) als Paprikaschädling.

Von H. v. Lengerken, Berlin.

(Mit 1 Abbildung.)

Es ist bekannt, daß einige Vertreter der Familie der *Ptinidae* ihre Entwicklung in scharfen Gewürzen durchlaufen. Offenbar haben die spezifischen chemischen Eigenschaften dieser Gewürze keinerlei Einfluß auf die Physiologie der Larven und Käfer. Ein nicht allzu häufiger Ptinide, das kleine *Gibbium psylloides* Czemp., lebt in Indien an Cayennepfeffer, und der Kosmopolit *Ptinus fur* L. ist schon seit langer Zeit als gelegentlicher Bewohner des roten Pfeffers bekannt, so gibt u. a. auch Zacher (Die Vorrats-, Speicher-



Paprikapulver von *Ptinus tectus* Boield. befallen. Die Paprikapartikel sind teilweise (oben links) verklumpt. Kokons des Käfers bedecken die Oberfläche. (Nach der Natur aufgenommen.)

und Materialschädlinge, Berlin 1927, S. 110) eine photographische Abbildung von Paprikapulver, das vom Diebskäfer befallen ist. In Ergänzung zu meiner Arbeit „Zur Biologie und Schadwirkung von *Ptinus tectus* Boield.“ in dieser Zeitschrift, 1929, S. 450, möchte ich mitteilen, daß auch *Ptinus tectus* Boield, der Australische Diebskäfer, seine ganze Entwicklung vom Ei bis zur Imago in pulverisiertem Paprika zurücklegen kann. Vom Botanischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule Berlin wurde mir Paprikapulver übergeben, in dem Anfang März zahlreiche Imagines von *Ptinus tectus* Boield. in frischgeschlüpftem Zustand vorhanden waren. Das Pulver hatte sich in einer gutschließenden Blechbüchse befunden und war für Küchenzwecke bestimmt. Die Paprikapartikel waren, wie die obenstehende Abbildung zeigt, zum Teil durch die Tätigkeit der Schädlinge verklumpt. Zahlreiche Kokons — siehe gleichfalls obenstehende Abbildung — befanden sich völlig mit Paprika eingestäubt und daher schon rot gefärbt an der Oberfläche des Pulvers und teilweise an den Wänden des Gefäßes. Die Büchse war in einer geheizten Küche aufbewahrt worden. Infolgedessen erwiesen sich Anfang März sämtliche Kokons als von den Käfern bereits verlassen.

### Massenauftreten von Holzläusen.

Vor einigen Jahren habe ich in dieser Zeitschrift (Bd. X, S. 469) von einem Massenauftreten von *Pinus fur* L. in einem Landhause in Marquartstein (Oberbayern) berichtet. Damals hatte ich einen längeren Briefwechsel mit der betreffenden Wohnungsinhaberin, aus dem ich einige interessante biologische Einzelheiten mitteilte. Vor kurzem erhielt ich nun wieder einen Brief von derselben Dame, in dem sie mir klagt, daß sie in ihrer heutigen Wohnung, in einem kleinen Landhaus, in das sie, um der Käferplage in der alten Wohnung zu entgehen, umgezogen ist, unter einem anderen Schädling zu leiden hat, den sie als „Laus“ bezeichnete.

Ich ließ mir Schädlinge einsenden und bestimmte sie als den sehr gefährlichen *Nymphopsoeus destructor* Enderl., eine Holzlaus, die deshalb so gefürchtet ist, weil sie die Möbel zerfrisst.

Interessant ist aus den Angaben besonders, daß gerade zwei übereinander gelegene Zimmer im Parterre und im 1. Stock von den Holzläusen stark befallen seien. Die Verbreitung der Läuse scheint rapid vor sich zu gehen. Während am 23. August 1929 nur von 3 Räumen berichtet wurde, in die die Schädlinge eingedrungen sind, befanden sich die Tiere am 4. September 1929, bereits im ganzen Haus. „Die ‚Läuse‘ heißt es in dem Bericht, rennen mit Eilgeschwindigkeit auf den Möbeln hin und her, kommt man dazu, laufen sie eiligst davon. Auf Stoffe gehen sie nicht. Sie sitzen hauptsächlich in allen Fugen, an Vorsprüngen, Leisten, in Schnitzereien, laufen aber auch massenhaft herum. Ein antikes, eichenes Büffet ist allenthalben beschädigt, angefressen zweifelsohne, doch nicht Löcher gebohrt, wie die Holzwürmer, sondern mehr flächenweise, ins Breite gehend, auch die Kanten der Türen sind so weggefressen, jedenfalls liegt überall das rohe Holz zutage. Vorigen Sommer traten bereits diese Tiere auf, doch wurde ihnen keine Bedeutung beigelegt. In diesem Jahre ist es ungeheuerlich.“ Die befallenen Zimmer seien geradezu unbewohnbar. An Papier gehen die Läuse nicht, dagegen scheinen sie Fett zu lieben.

Zur Bekämpfung wurde „Flit“ benutzt; doch, obwohl weit stärker angewendet als die Anweisung vorschreibt, ohne Erfolg. Es sollen nun Versuche mit „Areginal“ vorgenommen werden, nachdem sich dasselbe bei der Bekämpfung des Messingkäfers so gut bewährt hat.

H. W. Frickhinger, München.

### Crabroniden als Bewohner alter Stämme.

(Mit 3 Abbildungen.)

Im Forstwissenschaftlichen Zentralblatt, Bd. 50, 1928, veröffentlichte H. Eidmann eine kleine Studie zur Biologie der Grabwespen, über die im folgenden kurz berichtet sei. Seine Beobachtungen erstrecken sich auf das Stadium der ausgewachsenen Larve, der Präpuppe und Puppe, sowie den Nestbau dieses biologisch wie soziologisch gleich interessanten Hymenopterenfamilie.

Bekanntlich pflegen die Grabwespen durch Lähmung von Insekten, die sie in einer besonders dazu angelegten Zelle samt einem Ei unterbringen, ihrer Brut eine stets frische, zugleich aber auch wehrlose Beute als Nahrung zu liefern, die geschützt vor Feinden, in einer abgeschlossenen Höhle liegt. Diese Tatsache bedeutet einen erheblichen Fortschritt in der Brutpflege gegenüber den vermutlich ichneumonidenartigen Ahnen der Grabwespen, deren Larven durch die vielen Feinde ihrer Wirte stets gefährdet sind. Die hochentwickelte Gattung *Bembex*, wo die Weibchen selbst mit ihrer Brut in Berührung treten und diese sogar füttern, zeigt uns deutlich, daß wir bei den Grabwespen einen Übergang von rein solitärem zu sozialem Leben vor uns haben. Bedeuten doch eine fein ausgebildete Brutpflege und damit verbunden ein hochentwickelter Nestbau zwei Hauptcharakteristika des sozialen Lebens.

Die Unterbringung der Beute und des neben das Opfer gelegten Eis erfolgt ja nach den verschiedenen Arten in hohlen Pflanzenstengeln, in dem morschen Holz stehender Bäume, in Brettern, Balken usw. Der Autor begann seine Beobachtungen im Januar 1928. Ein 2 m hoher, mehr oder weniger mulmiger Buchenstock und eine etw. 70jähr. rotfaule Fichte, die an der Basis eine große Öffnung, den Zugang zum Innern, sowie viele



Abb. 1. Längsschnitt durch einen Fichtenstamm, der in dem rotfaulen Inneren zahlreiche Nestanlagen von Crabroniden birgt. (Nach Eidmann.)

Spechteinschläge enthielt, lieferten das Untersuchungsmaterial. Ein 1 m langer Fichtenstammabschnitt aus 2 m Höhe, sowie der Buchenstubben wurden zur Aufzucht im Laboratorium eingezwängt. Die Aufzucht ergab:

*Crabro quadricinctus* Fabr. 21 ♀♀, 134 ♂♂; *Crabro cavifrons* Thomson 18 ♀♀, 9 ♂♂; *Crabro (Crossocherus) leucostoma* L. 5 ♀♀, 1 ♂; *Pemphredon lugubris* Latr. 2 ♂♂; *Pemphredon montanus* Dahlb. 14 ♀♀, 16 ♂♂; *Pemphredon (Ceratophorus) clypealis* Thoms. 6 ♂♂; *Pemphredon (Ceratophorus) carinatus* Thoms. 3 ♀♀; *Perithous medicator* Fabr. (Pim-

plinas) 42 ♀♀, 47 ♂♂; außerdem 2 Chrysididen, 2 Raphidien, mehrere Anobiiden. Dermestiden und kleinere Dipteren.

Es waren also 3 Crabronidenarten, sowie 4 Arten der naheverwandten Gattung *Pompredon* ausgeschlüpft. Außerdem lieferte der Fichtenstammabschnitt noch 89 Schlupfwespen, nämlich *Perithous mediator* Fabr., die als Parasiten der Crabroniden anzusprechen sind.

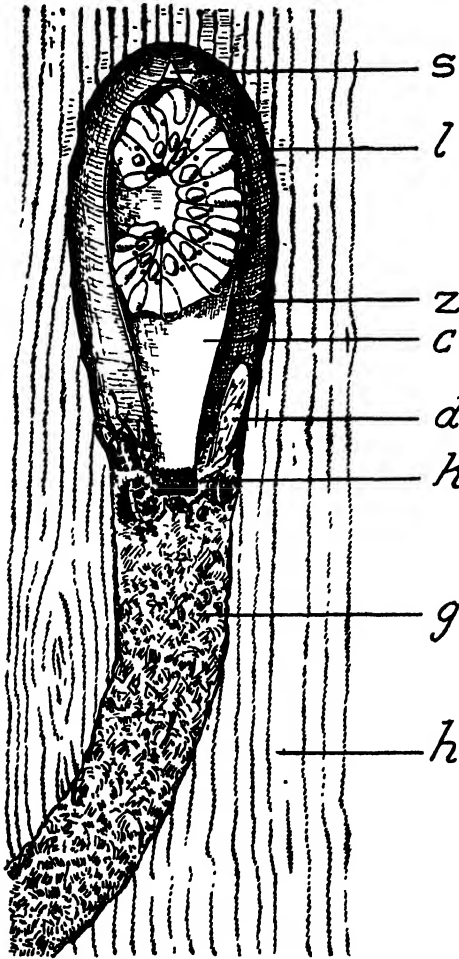


Abb. 2.

Längsschnitt durch eine Larvenzelle mit überwinternder Ruhelarve von *Crabro quadricinctus* F. usw. (Nach Eidmann.)

Überresten der gelähmten Beutestücke<sup>1)</sup> durchsetzt ist, in der Weise fest, daß der Kokon völlig frei in der Larvenkammer steht (vgl. zu allem Abb. 2). Öffnet man den Kokon, so findet sich am Fußende der Kot der Larve. Die Hymenopteren entleeren den Darmkanal meist kurz vor der Verwandlung in die Semipuppe. Bei den Crabroniden findet diese Entleerung relativ früh, schon vor dem Übergang in die Ruhelarve statt, welche wie jene

Die interessante Nestanlage gibt Abb. 1 wieder, welche uns die verzweigten Bauten in dem morschen Stamminnern zeigt. Die zahlreichen, oftmals sich kreuzenden, vielfach gewundenen Gangsysteme, welche deutlich die Tendenz nach größter Raumnutzung zeigten, machten eine Bestimmung der Länge und Zahl der Einzelgänge fast unmöglich. Die Gänge hatten zum Teil einen beträchtlichen Durchmesser (1 cm im Maximum) und waren mit dichtgelagertem Bohrmehl ausgefüllt. Ihre Anlage stand nicht zum Faserverlauf oder den Jahresringen in Beziehung; am Ende erweiterten sie sich zu einer einzigen, ellipsoid gestalteten Larvenkammer, die ebenso wie die Gänge keine sorgfältige Bearbeitung der Wände zeigte; sie enthielt während des Winters den die Ruhelarve einschließenden Kokon. Dieser ist — bei *Crabro quadricinctus* — langgestreckt birnenförmig und hat eine unverkennbare Ähnlichkeit mit dem reusenartigen Kokon von *Saturnia pavonia* L. (Lepidopt.) Eine kleine kegelförmige Hohlspitze, die dem oberen Ende aufsitzt, und deren Bedeutung noch nicht bekannt ist, läßt auch den sehr treffenden Vergleich mit einer elektrischen Glühbirne zu. Wie bei *Saturnia pavonia* ist auch hier der Kokon pergamentartig hart, außen matt, innen aber glatt und glänzend. Meist sitzt die Basis des Kokons im Bohrmehl, das an dieser Stelle mit den chitinosen

<sup>1)</sup> Die einheimischen Crabroniden scheinen fast ausschließlich Dipteren zu erbeuten, während Fabre (1908) in Südfrankreich für die Gattungen *Sphex*, *Cerceris*, *Ammophila* auch größere *Acridier*, Raupen usw. erwähnt.

keine Nahrung mehr aufnimmt. Die Ruhelarve ist stark ventral gekrümmt und liegt stets im oberen, breiteren Teil des Kokons; sie ist faßlos, mattweiß und zeigt die für die Crabronidenlarven typischen Dorsal- und Pleuralwülste. Letztere sind besonders an den Abdominalsegmenten stark entwickelt. Die Präpuppe (Semipuppe), in welche die Ruhelarve einige Zeit vor der Verpuppung übergeht, ohne daß dabei eine Hautung erfolgt, zeigt schon eine deutliche Trennung von Thorax und Abdomen. Am Thorax lassen sich die Anlagen der Flügelscheiden durch die Larvenhaut erkennen. Die Präpuppe unterscheidet sich von der Ruhelarve ferner durch ihren gerade und stark in die Länge gestreckten Körper. Das Stadium der Präpuppe dauert bei den Crabroniden sehr lange (11 Tage bei  $+20^{\circ}\text{C}$  Zimmertemperatur). Die Puppe ist besonders charakterisiert durch den Besitz von 4 abdominalen Dornpaaren, die sich bereits bei der Präpuppe angedeutet finden und als eine besonders scharfe Ausprägung der larvalen Pleuralwülste aufzufassen sind (vgl. Abb. 3). Diese Dornen sollen der Imago beim Abstreifen der Puppenhülle als Hilfsapparate dienen, indem die ausschlüpfende Wespe die Hinterbeine gegen diese

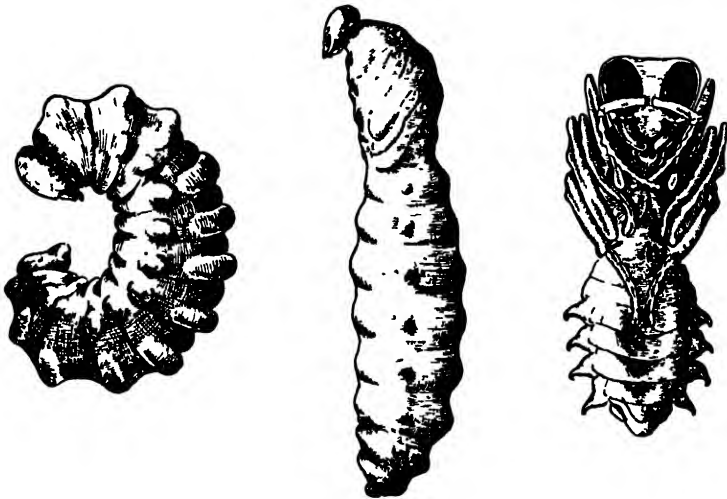


Abb. 3. Puppe von *Crabro quadricinctus* F. (Nach Eidmann)

Fortsätze stemmt. Außer diesen Dornen finden sich auch auf dem Pronotum in der Nackenregion zwei zapfenartige Auswüchse. Alle diese Fortsätze der Puppe entsprechen in ihrer Lage vollkommen den gelben Zeichnungen der Imago. Neben den großen Dornen besitzt die Puppe noch eine ganze Anzahl kleinerer, spitzkegelförmiger Auswüchse, die auf der Rückseite des Abdomens nebeneinandergereiht stehen. Man könnte geneigt sein, analog den Sesien (Lepidopteren) in diesen chitinosen Fortsätzen Einrichtungen zu sehen, mit deren Hilfe die Puppe kurz vor dem Schlüpfen der Imago ins Freie zu gelangen sucht. Dies ist jedoch im Hinblick darauf, daß die Imago schon in der Larvenzelle ausschlüpft und sich mit ihren kräftigen Mandibeln sehr leicht aus der Mulmschicht des Stammes hinausarbeiten kann, nicht möglich. Die Puppenruhe von *Crabro quadricinctus* dauerte bei Zimmertemperatur 28 Tage. Es wurden über die Ausfärbung an Hand von Freikulturen genauere Beobachtungen angestellt. Beim Schlüpfen nagt die Wespe eine seitliche, unregelmäßige Öffnung in die Nähe der Kokonspitze.

Unter den vielen Feinden der Grabwespen sind in erster Linie Ichneumoniden zu nennen. Eidmann zog aus dem Beobachtungsmaterial zwei Goldwespen und die bereits erwähnten *Perithous mediator* F., die ungefähr in gleichem Geschlechtsverhältnis vertreten waren. Diese Pimplide ist eine ausgesprochene protandrische Form. Die anderen



Wirt von *P. mediator* F. gehören ebenfalls zum größten Teil zur Familie der Grabwespen und sind sämtlich Holz- oder Gallenbewohner. Neben diesen Parasiten kommen als Feinde der Crabroniden die Spechte in Betracht.

Die Grabwespen sind im allgemeinen nützliche Insekten, da sie meist Schädlingen, Käfern, Raupen, Blattläusen, Fliegen usw. nachstellen.<sup>1)</sup> Trotzdem kommen sie wegen ihrer durch die komplizierte Brutpflege bedingten geringen Vermehrungsenergie wohl nirgends zu einer bemerkenswerten wirtschaftlichen Bedeutung.

Gustav Wellenstein.

## Die Generationsverhältnisse der Borkenkäfer in Schweden.

Während die Borkenkäfer bei uns gewöhnlich einjährige oder doppelte Generation haben, hat der bekannte Borkenkäferforscher P. Spessivtseff<sup>2)</sup> für Schweden bei mehreren Borkenkäferarten zweijährige, ja bei einer Art sogar dreijährige Generationen festgestellt.

*Hylurgops glabratus* Zell. besitzt bei uns nach Annahme der meisten Entomologen eine einjährige Generation; nach Orest soll in der Bukowina sogar noch eine zweite Generation vorkommen. In Schweden dagegen scheint die zweijährige Generation die Regel zu sein, die folgendermaßen verläuft: Eiablage Juni — Larve überwintert — Ausschlüpfen der Käfer Juli/August — Jungkäfer machen Reifungsfraß und überwintern, und schreiten erst wieder im folgenden Jahr zur Eiablage. Auch in Finnland scheint nach Saalas die Entwicklung von Ei zu Ei 2 Jahre zu beanspruchen.

*Dryocoetes autographus* Rtz., der allenthalben an Stöcken oder toten Stämmen (meist Fichte) stark sekundär (tertiär) auftretende häufige Borkenkäfer, scheint bei uns eine doppelte Generation zu haben. In Schweden hat Spessivtseff auch für ihn eine zweijährige Generation beobachtet. Die Überwinterung findet einmal als Larve, das zweitemal als Imago statt. Die Überwinterung der jungen Käfer geschieht entweder unter der Rinde der Brutpflanze, oder an verschiedenen Teilen anderer Bäume (hier besondere Überwinterungsgänge) oder in der Waldstreu. Neben den Jungkäfern findet man auch alte abgebrunnfete ♀♀.

Ein Teil der ♀♀ paart sich schon im Herbst unabhängig vom Grad der Geschlechtsreife. In diesem Falle verhalten sich die Spermatozoen (die bei *Dryocoetes* von großer Länge und außerordentlich zählebig sind) in den Geschlechtsorganen des ♀ während des ganzen Winters lebendig und befruchten im Sommer die nach dem Ernährungsfraß gereiften Eier. Die Untersuchung der Geschlechtsorgane überwinternder ♀♀ (im Oktober und April) zeigt folgende 4 Gruppen:

- a) junge, hellfarbige, nicht geschlechtsreife ♀♀, meist ohne Samenzellen in den Geschlechtsorganen.
- b) junge, dunkler gefärbte, nicht geschlechtsreife ♀♀ mit Samenzellen in den Geschlechtsorganen.
- c) dunkel gefärbte, völlig geschlechtsreife ♀♀, welche Samenzellen in den Geschlechtsorganen haben, aber wegen Eintretens der Herbstkälte ihre Eier nicht ablegen konnten; und
- d) alte abgebrunnfete ♀♀, deren Geschlechtsorgane verkümmert sind.

Die überwinterten Käfer verlassen schon bald ihre Winterquartiere und machen zum Ernährungsfraß jeder für sich einen kurzen Kanal schräg in die feuchte Rinde von

<sup>1)</sup> Vgl. Anmerkung S. 642.

<sup>2)</sup> Spessivtseff Paul, Studien über die Biologie der Borkenkäfer Schwedens, mit besonderer Berücksichtigung der Generationsfrage. I. Teil. Medd. Stat. Skogs-försöksanst. Häfte 24 Nr. 8. Stockholm 1928. (Schwedisch mit deutschem Resumé.)

Wurzeln, Stöcken oder liegenden Stämmen („erstes Schwärmen“). Ende Juni bis Anfang August erfolgt dann das „zweite Schwärmen“ zum Zwecke der Eiablage.

*Carphoborus Cholodkovskyi* Spess. ist bis jetzt in Schweden, Rußland bis Ost-sibirien gefunden worden. Er greift die Stämme 100—200jähriger Kiefern an, unter deren dünner Rinde er seine Brutgänge (Sterngänge) nagt und zwar meist im Gefolge des Waldgärtners (*Myelophilus*). Seine Generation ist in Schweden 3jährig, was bis jetzt wohl bei keinem anderen Borkenkäfer beobachtet wurde.

### Neues über *Xylodrepa (Sylpha) quadripunctata* L.

Im Zoologischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule in Berlin wurden eingehende Untersuchungen über *Xylodrepa (Sylpha) quadripunctata* L. angestellt, die eine wertvolle Bereicherung unserer Kenntnisse über diesen Käfer bedeuten.<sup>1)</sup> Hiernach fällt die Eiablage, die in den Erdboden erfolgt, in den Monat Mai — (abgelegt wurden etwa 20 Eier bei einer Legeperiode von 2—3 Wochen) — die Embryonalentwicklung dauert 7—8 Tage im Durchschnitt. Die 3 Larvenstadien sind nach durchschnittlich 17,3 Tagen beendet, worauf ein präpupaler Zustand von durchschnittlich 18,7 Tagen eintritt (mittlere Temperatur jeweils + 20 Grad). Die Larve gräbt sich zu Beginn dieses Zustandes in die Erde ein und stellt sich eine Höhle her. Die Puppenruhe dauert durchschnittlich 11,5 Tage, sodaß die Gesamtentwicklung von der Eiablage zur Imago im Durchschnitt 55,3 Tage dauert. Die Jungkäfer traten in den Zuchten von 1926 Ende Juni bis Anfang Juli, im Jahre 1927 (besonders kalt) bis Anfang August auf. Die Tiere überwintern meist, um erst im nächsten Frühjahr zum Vorschein zu kommen (Anfang Mai). Die Fortpflanzungsperiode dauert etwa 6 Wochen. Mitte Juni vergraben sich die Altkäfer in die Erde und sterben ab (Ende Juli bis Anfang August).

Die Arbeit bestätigt die bisherige Annahme, daß sich der Käfer, der rein animalische Kost zu sich nimmt, hauptsächlich von lebenden, glatten Raupen ernährt und zwar besonders vom Frostspanner und grünen Eichenwickler (*Tortrix viridana*). Er frißt aber auch schwach behaarte Raupen (Ringelspinner, Weidenspinner, Nonne, Goldafter, Prozessionsspinner), ebenso behaarte Tenthrediniden-Larven, viele Blattlaus-Arten usw. Stark behaarte Raupen, wie Brauner Bär (*Arctia carja*), werden nur dann angenommen, wenn sie parasitiert oder sonst wie geschwächt sind; doch ist die Annahme, daß er im allgemeinen parasitierte Raupen vorzieht, sicher nicht richtig. Ob er allerdings in größerem Umfang zur Bekämpfung des Schwammspinners in den Vereinigten Staaten in Betracht kommen kann, mußte erst an Ort und Stelle erprobt werden. In Gefangenschaft fraßen die Käfer durchschnittlich 1 mittelgroße Raupe pro Tag; es ist jedoch anzunehmen, daß die sehr lebhaften Tiere in der Natur weit mehr zu sich nehmen.

Was die Nahrung der Larven anlangt, so sind die Autoren zu einem von der bisherigen Annahme abweichenden Ergebnis gekommen. Sie halten die Larven für reine Bodentiere, die unfähig sind auf Bäume zu klettern; auch scheinen sie tote, noch frische Insekten den lebenden vorzuziehen. Aber auch sie verschmähen, wie die Imagines, Aas im eigentlichen Sinn.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß *Xylodrepa quadripunctata* als Imago ein sehr nützliches Forstinsekt ist, da sie sich stark an der Vertilgung forstschädlicher Lepidopteren-Raupen beteiligt.

B. A. Marcus.

<sup>1)</sup> Heymons R., Lengerken H. von, Bayer Marg., Studien über die Lebenserscheinungen der Silphini (Coleopt.) III. *Xylodrepa quadripunctata* L. Zeitschr. f. Morph. u. Ökol. der Tiere Bd. 10, H. 2/3 1928.

## Magenanalysen heimischer Vögel als Bausteine zur Erkenntnis des Verhältnisses zwischen Vogel und Insekt.

Von Dr. Frhr. v. Vietinghoff-Riesch.

(Fortsetzung.<sup>1)</sup>)

**Einleitung:** Die folgenden Analysen beziehen sich nicht ausnahmslos auf Insekten. Um das von mir gesammelte Material nicht zu zerstreuen, habe ich auch solche Untersuchungsergebnisse aufgenommen, die vielleicht mehr in das Gebiet der reinen Biologie oder Hydrobiologie gehören. Da es sich aber in den meisten Fällen bei dem untersuchten Objekt um Vögel handelt, die auch als Schädlingvertilger in Betracht kommen können, läßt sich die Ansicht rechtfertigen, es sei nicht unwichtig, auch ihre normale Nahrungsbiologie kennen zu lernen. Deshalb ist das Material diesmal auch nach dem System der Vögel geordnet.

### Corvidae.

76. *Corvus frugilegus frugilegus* L. Saatkrähe. Neschwitz, Eichen an überschwemmtem Wiesengelände. 3. Januar 1927.
1. *Hypera (Phytonomus) punctata* (Rüßler).
  2. Zahlreiche *Ephemereden*larven, sämtlich bis auf 2, ohne Kopf.
  4. 1 kleine *Lepidopteren*raupe.
  5. 1 Regenwurm.
  4. Viele Eichel.
  6. 1 *Dipteren*larve.
77. *Corvus cornix cornix* L.  $\times$  *Corvus cornix corone* L. ♂ Bastardkrähe. Neschwitz, auf Feldern, 9. Juni 1928. Rubenfeld.
1. Zahlreiche zerstückelte Reste von allerlei Käfern, 1 Langrüßler.
  2. 1 Blattwanze (*Hemelytre*), vielleicht *Piesma quadrata*?
  3. Brocken und Körner anorganischer Natur.
78. *Garrulus glandarius glandarius* L. Eichelhäher. ♀ ad Neschwitz, Kieferndickung. Mit 2 grade flüggen Jungen. 28. Mai 1927.
1. Reste von *Melolontha melolontha*, darunter Abdominalsegmente.
  2. Reste zahlreicher anderer Käfer, besonders (wohl!) Laufkäfer.
  3. Zahlreiche Kurzrüßler, wohl der jetzt besonders häufige *Brachyderes incanus*.
- Anm.: Während des Winters, Frühjahrs und Herbstes geschossene Eichelhäher hatten ausnahmslos Eichel aufgenommen. Ein im Juli 1926 in Birkenniederwald erlegtes juv. wies Reste von *Cimex femorata* (Larve) auf.

### Sturnidae.

79. *Sturnus vulgaris vulgaris* L. ♂ ad Neschwitz, Park, 3. März 1928.
1. Käferreste, undefinierbar.
  2. Kiesel.
80. Desgleichen.
1. 1 *Tipulalarve*.
  2. Große Mengen von Räupchen.
  3. Cephalothorax einer Spinne.
  4. 1 Rüsselkäfer.

### Fringillidae.

81. *Fringilla coelebs coelebs* L. ♂ ad Buchfink. Neschwitz, 12. März 1928.
1. Vegetabilische Stoffe und Quarzstückchen.
82. *Fringilla montifringilla* L. Bergfink. ♀ ad Koblenz, Kr. Hoyerswerda, Kieferjungholz.
1. 1 Kopf eines Langrüßlers (*Anthonomus*?)
  2. 1 geflügelte Blattlaus.

<sup>1)</sup> Vgl. Zeitschrift f. angew. Entom. Bd. XI. S. 309 ff., Bd. XII. S. 504 ff.

## Paridae.

83. *Parus ater ater* L. Tannenmeise. Neschwitz, Kiefernheckung, 15. März 1928.  
 1. einige kleine *Lepidopteren*räupchen.  
 2. Einige merkwürdige Konkretionen ähnlich Harztröpfchen.  
 (Anm.: Sollte die Tannenmeise Wicklerräupchen gejagt haben?)
84. *Parus major major* L. ♂ ad Kohlmeise. Neschwitz, 30. Januar 1929. Im *Lophyrus*-Befallsgebiet als Kommensale eines viele hunderte umfassenden Meisen-schwarmes bei strengem Frost und 40 cm Schneedecke.  
 1. Mehrere Larven von *Lophyrus pini* aus dem Kokon geklaubt.  
 2. 1 halbgeöffneter Kokon.  
 3. Spinnenreste.  
 Anm.: Die *Lophyrus*kokons konnten nur vom Baum, nicht vom Boden aufgenommen worden sein, da die Schneedecke für Meisen undurchdringlich war.
85. *Regulus regulus regulus* L. Goldhähnchen. Neschwitz, Kiefernjungholz, 15. März 1928  
 1. Einige Käfernelytren.  
 2. 1 Fliegenbein,  
 3. Kopf eines kleinen Langrüßlers.  
 4. *Hymenopteren*flügel.

## Muscicapidae.

86. *Muscicapa atricapilla atricapilla* L. ♂ ad Neschwitz, Park, 5. Juli 1928.  
 1. Bein einer *Tenthredinide*.  
 2. 2 grüne glatte Raupen.  
 3. Kopf einer Ameise.  
 4. Kopf eines Kurzrüßlers, Elytren einer *Coccinellide* oder *Chrysomelide*.
87. *Aerocephalus palustris* Bechst. Sumpfrohrsänger ♂ ad, Neschwitz, Roggenfeld 28. Mai 1927.  
 1. Ein 1,8 mm großer Langrüßler den *Ceutorhynchinae* angehörend.
88. *Sylvia communis communis* Lath. Dorngrasmücke. ♂ ad Neschwitz, Mittelwaldartiger Laubwald mit starkem Maikäferfraß. 8. Mai 1927.  
 1. Käferreste, jedoch nicht vom Maikäfer.  
 2. Reste von Wanzen.  
 Anm.: Maikäfer werden wegen ihrer Größe nie von Grasmücken angenommen.
89. *Turdus pilaris* L. Wacholderdrossel. Neschwitz, Feld am Waldrande, 26. Mai 1927.  
 1. 1 großer Regenwurm.  
 2. Flügel einer *Muscide*.  
 3. 1 *Byrrhidae* (Pillenkäfer) *Cytillus sericeus*.
90. *Turdus philomelos philomelos* Brehm. Singdrossel ♂ ad. Neschwitz, Forstpflanzgarten, 9. März 1928.  
 1. 1 kleine noch ganz hyaline *Tipuliden*larve.  
 2. Einige größere Käferlarven, vielleicht *Carabiden*larven. Reste zahlreicher anderer Käfer.  
 3. Köpfe und Beine von Ameisen.  
 4. Cephalothorax einer Spinne.  
 5. 1 *Noctuiden*raupe.  
 6. Kiesel.

Anm.: Es bestätigt sich wieder, daß Drosseln ihre Nahrung mit Vorliebe vom Boden aufnehmen.

91. *Saxicola oenanthe oenanthe* L. Steinschmätzer. ♀ ad Koblenz, Hoyerswerda. Avifauna der Heiderudera. 6. Juni 1926.  
 1. 2 *Spondylus buprestoides* (Imagines).

92. *Phoenicurus ochruros gibraltariensis* Gm. Hausrotschwanz. Neschwitz, Schloß-  
giebel. 10. April 1927.

Der Vogel fing fast ausschließlich die an der Südwand in großen Mengen  
auftretenden und im Zimmer sehr lästig werdenden *Pollenien* (Musciden).

#### Picidae.

93. *Dryocopus martius martius* L. ♀ ad Neschwitz, Kiefernheide, 24. April 1928.  
1. Mehrere Bockkäferlarven.  
2. zahlreiche Reste von *Formica rufa*, 1 totale ♂.  
94. *Picus viridis pinetorum* Brehm. Grünspecht. ♂ ad Neschwitz. Akazien am Guts-  
hof. Strenge Kälte. 22. Februar 1929.  
1. ca. 15 Imagines von *Musca corvina* F.  
2. Viele Hunderte (über 500) Imagines von *Chlorospiza notata* Mg. (Nahe Ver-  
wandte der berühmigten Getreidehalmfliege.)

#### Strigidae.

95. *Asio otus otus* L. Waldohreule. Kauppa b. Bautzen, Fichtendickung, 8. Januar  
1927.  
1. 4 *Arvicola arvalis* (Feldwühlmaus).  
2. 1 *Sorex vulgaris* (Spitzmaus).  
96. Desgl. ♂ ad Neschwitz, Kiefernshonung, 1. Oktober 1928.  
1. 1 Wühlmaus (*Arvicola* sp.).  
97. *Asio flammeus flammeus* Pontopp. Schleierohreule. Neschwitz, Kiefernheide.  
26. Mai 1926.  
1. 1 *Mus (silvaticus oder agrarius?)*  
98. *Athene noctua noctua* Scop. Steinkauz. ♂ ad Neschwitz, Obstallee, 22. März  
1927.  
1. 1 Langrüßler, mehrere andere Käfer.  
2. Einige Kieselsteine.  
99. Desgl. Neschwitz, Akazienallee, 17. Juli 1927.  
1. 2 mittelgroße Regenwürmer.  
100. *Strix aluco aluco* L. Waldkauz. ♀ juv. Neschwitz, Park. 18. September 1928.  
1. 2 *Sorex vulgaris*, Waldspitzmaus.

#### Falconidae.

101. *Falco peregrinus peregrinus* Tunst. ♀ Wanderfalke. Gaussig bei Bautzen,  
10. Februar 1928.  
1. Reste eines größeren Vogels, wohl einer Krähe.  
102. *Falco columbarius regulus* Pall. Zwergfalke. ♂ juv. auf dem Herbstzug.  
1. 1 *Alauda arvensis* (Feldlerche).  
103. *Circus pygargus* L. Wiesenweihe. ♂ ad Neschwitz, Kiefernheide, 25. April 1928.  
Auf dem Frühjahrszug.  
1. 2 *Arvicola glareolus* (Rötelmaus).  
104. *Accipiter nisus nisus* L. Sperber. Neschwitz, 26. Oktober 1926.  
1. Vogel, Art nicht erkennbar.  
105. Desgleichen.  
1. *Turdus philomelos* Brehm Singdrossel.  
106. Desgl. Neschwitz, 5. Januar 1927.  
1. *Regulus regulus regulus* (Wintergoldhähnchen).  
2. *Parus caeruleus* L. (Blaumeise).  
107. *Astur gentilis gentilis* L. Hühnerhabicht. Juv. Neschwitz, September 1928.  
1. *Sciurus vulgaris* (Eichhorn).

108. *Buteo buteo buteo* L. Mäusebussard. 23. Februar 1929. Neschwitz, an Fasanenfütterung. Strenger Frost.  
1 Maulwurf (*Talpa europaea*).
109. *Archibuteo lagopus lagopus* L. Rauhfußbussard. 26. Februar 1929. Radibor, Sa. Strenge Kälte. Fasanenverdacht.  
1 Maulwurf (*Talpa europaea*).

## Gressores.

110. *Ardea cinerea* L. Fischreiher. Oberlausitzer Teichgebiet, Sommer 1927.  
1. Ausschließlich Insektenreste, Flügeldecken von Käfern (!).  
Anm.: Der Fischreiher frißt also nicht ausschließlich Fische, wie es ihm vorgeworfen wird.
111. *Exobrychus minutus minutus* L. Zwergrohrdommel. Neschwitz, Teichgebiet, 30. Juli 1928.  
1. Rest eines kleinen Fischchens (*Leuciscus*?)  
2. Kopf von *Corixa*, Reste anderer Wasserinsekten.  
3. *Ricciocarpus fluitans* (thalloses Lebermoos).

## Anseres.

Zahlreiche von mir untersuchte Schwimmenten (Stock-, Schnatter- und Löffelenten insbesondere) hatten meist einen von Kieseln und Früchtchen durchsetzten undefinierbaren Pflanzenbrei im Magen (1928—29).

112. *Nyroca ferina ferina* L. Tafelente. Juv. Neschwitzer Teichgebiet, 19. Juli 1927.  
1. Pflanzliche Reste, Blätter.  
2. Kiesel.  
3. 9 blutrote, einige graue Larven von *Chironomus*.
113. *Nyroca nyroca nyroca* L. Moorente. ♂ ad Neschwitzer Teichgebiet, 27. April 1928.  
1. *Phryganiden*larven.
114. *Bucephala clangula clangula* L. Schellente. ♀ ad Koblenz, Kr. Hoyerswerda, 12. April 1927. Hochmoor.  
1. In großen Mengen Köcherfliegenlarven der Gattung *Limnophilus* angehörend (häufig ist die Art *flavicornis*).  
2. Kiesel.
115. Desgl. Oberlausitzer Teichgebiet, Sommer 1927.  
1. Feinverteilte Insektenreste, besonders von *Hemipteren*.  
2. Kiesel.
116. Desgl. Neschwitzer Teiche, Sommer 1927.  
1. *Phryganiden*larven, zahlreich.  
2. Kiesel,  
3. Früchte.

Anm.: Siehe Zeitschrift für angew. Entomologie Bd. XIII, S. 489 die dort mitgeteilte Magenanalyse einer Schellente. Aus allem geht hervor, daß Tauchenten im Gegensatz zu Schwimmenten vornehmlich animalische Beute jagen.

## Pygopodes.

117. *Podiceps cristatus cristatus* L. Haubentaucher. Malschwitz bei Bautzen, 20. August 1928.  
1. Federballen aus eigenen Federn, in ihnen eingebettet einige Käferreste.
118. *Podiceps griseigena griseigena* Bodd. ♀ ad Rothalstaucher. Kauppa b. Bautzen. 6. August 1926.  
1. Fischreste.  
2. Zahlreiche Beine von *Noctonecta glauca*.  
3. Dichte Federballen aus eigenen Federn.

119. Desgl. 13. Mai 1927.  
 1. 1 größere ca. 12 mm dm Cycloidschuppe eines *Cypriniden*, wohl eines 4 söm-  
 rigen Karpfens, doch kein Beutestück, sondern zufällig als Schuppe auf-  
 genommen.  
 2. Reste von *Donacien*imagines, darunter *Macroplea appendiculata*.  
 3. Reste von Käfern und Wanzen.  
 4. Ballen eigener Federn.
120. Desgl. 17. Mai 1928. Königswarthaer Teiche, ♂ ad  
 1. Geringe Insektenspuren.  
 2. Zwei 9 cm große einsömmrige Karpfen, darunter einer total.
121. *Podiceps nigricollis nigricollis* Brehm. Schwarzhalstaucher. Kauppa b. Bautzen,  
 13. Mai 1927.  
 1. Sehr zahlreiche *Chironomus*larven  
 2. Einige *Corixa* sp.  
 3. Zahlreiche eigene Federn.
122. Desgl. Neschwitzer Teichgebiet. Zwei juv. 21. Juli 1927.  
 1. Schnecken der Gattung *Planorbis* und *Limnaea*.  
 2. Zahlreiche Libellenreste, darunter wohl *Agria minium*.  
 3. 1 *Hydrophilide* (*Lacobi*us).  
 4. Zahlreiche *Dipteren*larven.  
 5. Zahlreiche *Corixa*.
123. *Podiceps ruficollis ruficollis* Pall. Zwergtaucher. Neschwitzer Teichgebiet, 11. Ok-  
 tober 1926.  
 1. Fischreste, Fleisch und Rückenwirbel.  
 2. Reste von Schwimmkäfern.  
 3. *Hemipteren*.  
 4. Vereinzelte eigene Federn.
124. Desgl. Kauppa bei Bautzen, 4. Mai 1927. ♀ ad  
 1. Zahlreiche Larven von *Chironomus* sp.  
 2. 1 kleine Muschel.  
 3. Einige eigene Federn.

#### Limicolae.

125. *Charadrius apricarius* L. Goldregenpfeifer. Rückelwitz b. Kamenz, 8. Oktober  
 1926.  
 Beim Herbstzug auf Äckern eingefallen. (3 Exemplare; das 4. vgl. Zeitschr. f.  
 angew. Ent. Bd. XIII. S. 488. Anm. 7, als Vertilger von Schnellkäferlarven.)  
 1. *Forficula*.  
 2. Käferelytren,  
 3. 2 *Aphodius inquinatus* (Scarabaeidae).  
 Anm.: Alle Reste waren in dicken Schleim, wohl von vegetabilischen Stoffen  
 herrührend, eingehüllt.
126. *Vanellus vanellus* L. Kiebitz. Neschwitz, auf Äckern. 16. September 1926.  
 zwei juv.  
 1. Reste von *Forficula*.  
 2. Reste kleiner Käfer.  
 3. Zahlreiche Kiesel.
127. *Numenius arquata arquata* L. Großer Brachvogel. Königswartha, 5. August  
 1928.  
 1. Reste von Fliegen, Käfern, Käferlarven und Wasserwanzen.

#### Laridae.

- 128/29. *Larus ridibundus ridibundus* L. Lachmöve. Kolonie Neschwitzer Teichgebiet.  
 21. Juli 1927.

1. Zahlreiche amphicoele Wirbel von kleinen Fischen.
2. Beine und Füße von *Scarabaeiden*.
3. Insektenlarve,
4. Vegetabilische Stoffe.

130/57. Desgl. 27 Exemplare der Kolonie. Neschwitz, 18. Juli 1928.

Es kamen vor:

- |                                       |       |
|---------------------------------------|-------|
| 1. <i>Tipuliden</i> larven . . . . .  | 7 mal |
| 2. <i>Elateriden</i> larven . . . . . | 4 „   |
| 3. Käfer und -larven . . . . .        | 8 „   |
| 4. <i>Dipteren</i> larven . . . . .   | 1 „   |
| 5. <i>Hemipteren</i> . . . . .        | 1 „   |
| 6. Insekten allgem. außer den obigen  | 4 „   |
| 7. Fischreste . . . . .               | 1 „   |
| 8. Kirschen . . . . .                 | 6 „   |
| 9. Andere Vegetabilia . . . . .       | 3 „   |
| 10. Mäuse . . . . .                   | 4 „   |
| 11. Kiesel . . . . .                  | 2 „   |
| 12. Unkenntlich . . . . .             | 2 „   |

Anm.: Die Möven wurden sämtlich im Teich geschossen und zwar zwischen 2 und 5 Uhr nachmittags. Man sieht, wie wenig sie sich um die im Teich vorhandene Nahrung gekümmert hatten, besonders, wie selten sich die Möven dieser Kolonie Fische als Nahrung wählen.

#### Rallidae.

158. *Rallus aquaticus aquaticus* L. Wasserralle. Kauppaer Teichgebiet. 24. Dezember 1927.

1. Reste eines Käfers.
2. Reste eines kleinen Fischchens (amphicoeler Wirbel, Rippen, Visceralteile).

#### Tetraonidae.

159. *Lyrurus tetrix tetrix* L. Birkhahn. ♂ ad Steinitz, Kr. Hoyerswerda auf der Morgenbalz auf Feldern, 1. Mai 1927.

1. Haferkörner (*Avena sativa*).

160. Desgl. Cunnewitz bei Kamenz, auf der Morgenbalz auf Feldern.

1. Vegetabilische Bestandteile,
2. Kiesel.

Anm.: während der Lophyruskalamität in den Heidewäldern bei Neschwitz zog sich das Birkwild auffallend in die befallenen Bestände und scharrete dort nach Kokons.

#### Phasianidae.

161. *Phasianus colchicus colchicus* L. Jagdfasan. ♀ ad Neschwitz, Kiefernheide, 33jähr. Jungholz stark von *Lophyrus pini* befallen, die sich in der Bodenstreu verpuppt haben. 3. Dezember 1928.

1. 80 Kokons von *Lophyrus pini*.
2. Kiesel.

Anm.: Zu dieser Zeit haben sich ähnlich wie das Birkwild an Stellen des Revieres, wo sie sich sonst nie gezeigt, Fasanen zusammengezogen, die nach den Lophyruskokons scharren.

#### Upupidae.

162. *Upupa epops epops* L. Wiedehopf ♂ ad. 10. Mai 1929. Tschelln, Kr. Rothenburg. Spreeufer, Alluviallandschaft.  
ca. 10 Engerlinge (*Melolontha vulgaris*).



## Gründung eines neuen großen Biologischen Instituts in Brasilien.

Brasilien erhält in Kürze ein neues, großzügiges Biologisches Institut, in dem die angewandte Entomologie einen hervorragenden Platz einnimmt und das den Namen „Instituto Biologico de Defesa Agricola e Animal“ führen soll. Es wird in São Paulo<sup>1)</sup> errichtet und verdankt seine Entstehung zum größten Teil der Energie des Leiters des dortigen Kaffeeinstitutes, Dr. Arthur Neiva, der sich durch die erfolgreiche Bekämpfung des Kaffeebeerenkäfers (*Stephanoderes Hampei*) große Verdienste um das Wirtschaftsleben des Staates São Paulo, das ja hauptsächlich auf dem Kaffeebau beruht, erworben hat.

Das Institut soll folgende Abteilungen enthalten: Botanik, Chemie, Veterinär-Entomologie, Parasitologie, Pathologische Anatomie, Phytopathologie und landwirtschaftliche und forstliche Entomologie. Zwei Abteilungen sind also für angewandte Entomologie bestimmt, für die neben den Chefs 6 Assistenten und außerdem noch zahlreiches Hilfspersonal (Präparatoren, Zeichner usw.) vorgesehen sind.

Das Gebäude soll 6 Stockwerke haben mit 70 m Vorderfront.

Dr. Neiva knüpfte an obige dem Unterzeichneten gemachte Mitteilung die freundliche Einladung, daß Forschern gerne Arbeitsgelegenheit geboten wird.

Brasilien wird durch diese Gründung um ein neues großes Institut bereichert, das sich dem weltberühmten Instituto Oswaldo Cruz und dem Schlangeninstitut von Butantan würdig zur Seite stellt.

K. Escherich.

## Personalien.

Als Nachfolger des am 1. Oktober d. J. in den Ruhestand getretenen Professors Dr. Ludwig Rhumbler wurde Dr. Hermann Eldmann, bisher Privatdozent für Zoologie und vergleichende Anatomie an der Universität München und Assistent am Institut für angewandte Zoologie der Forstlichen Versuchsanstalt München, berufen.

Dr. W. Zwölfer, bisher Sachverständiger beim türkischen Wirtschaftsministerium, hat die Assistentenstelle am Institut für angewandte Zoologie in München übernommen.

<sup>1)</sup> São Paulo ist die zukunftsreichste Stadt Brasiliens, die im letzten Dezennium einen beispiellosen Aufschwung genommen hat und in Bälde die Einwohnerzahl von Rio erreicht haben wird.

## Autorenregister.

### A.

Abderhalden 217, 428.  
 Achnudow 428.  
 Acqua Camillo 428.  
 Adclung 427.  
 Aderhold 612, 617.  
 Adler and Theodor 428.  
 Adowa 177.  
 Adowa-Nikitinsky 176.  
 Adowa Rawitch-Tscherbo 177.  
 Adowa u. Sebenzow 170, 177.  
 Aharczi 449.  
 Albarda 320, 333.  
 Allard 191, 202.  
 Allemeyer 620.  
 Altum 251, 357, 386, 388, 396, 420, 422, 425.  
 Anderson u. Babcock 186, 195.  
 Andres 221, 428.  
 Annand 221.  
 Appel 221, 571, 615, 622.  
 Armitage 69.  
 Arnhart 635, 637.  
 Ashby 188, 195.  
 Ashby u. Novell 187, 196.  
 Atanasoff 202.  
 Avena-Sacca 188, 196.

### B.

Bachmann 428.  
 Bachmetjew 263, 460.  
 Baden 221.  
 Ball 181, 193, 195, 202.  
 Ballard 187, 196.  
 Ballard u. Norris 187, 199.  
 Ballowitz 424.  
 Barber 186, 196.  
 Barbey 221, 386, 388, 403, 418, 421, 425.  
 Baronoff 428.  
 Baras 187, 199.  
 Bartels 635, 637.  
 Bary 196.  
 Ba-si 64.  
 Baudisch 333.  
 Baudys 624.  
 Bauer 221, 428, 433.  
 Bayer 428.  
 Beck-Hausrath 425.  
 Becker 587, 625.  
 Beiler-Ettelbrück 624.  
 Beklemischeff 171.  
 Beklemischeff und Mitrofanowa 175.  
 Beling 428.  
 Benecke 624.  
 Bennett 202.  
 Bensaude 201.  
 Berkeley u. Jackson 193, 202.  
 Berlese 64, 69, 136, 196, 572, 623.  
 Berliner 632.  
 Berwig 155.  
 Bessels 61.  
 Bignell 300.  
 Biologische Reichsanstalt 221.  
 Bischoff 221.  
 Bishara Ibrahim 428.  
 Bisson 3.  
 Bitter 625.  
 Blackmann 428.  
 Blackmann u. Harry Stage 333.  
 Blank-Weißberg 221.  
 Blattny 202.  
 Blunck 428, 588, 589, 594, 622, 623.  
 Blunck u. Becker 606, 626.  
 Blunck u. Bremer 612.  
 Blunck, Bremer u. Kaufmann 221, 428.  
 Blunck u. Görnitz 574, 613, 623.  
 Blunck u. Hähne 221, 623.  
 Blunck u. Janisch 572, 574, 576, 613, 623.  
 Blunck u. Klynstra 429.  
 Blunck u. Munkelt 596, 625.  
 Boas 221, 251.  
 Bodenheimer 67, 136, 221, 429, 435, 438, 439, 451, 478, 516, 526, 557, 621.

Bodenheimer u. Klein 486.  
 Bodenheimer u. Reich 501.  
 Bodenheimer u. Samburski 451, 455.  
 Bodenheimer u. Schenkin 429, 490, 498.  
 Bodenheimer u. Segal 490.  
 Böning 181, 192, 202.  
 Börner 599, 621, 626.  
 Borchers 429.  
 Boigmann 431.  
 Botjes 203.  
 Boucquet 193.  
 Bourquet u. Hartung 202.  
 Boucquet u. Stahl 203.  
 Bovien 221.  
 Braatz 141, 152, 155, 157, 336, 386.  
 Brache 606.  
 Bramana 429.  
 Brandes 190, 193, 203.  
 Brandes u. Klabhack 193.  
 Brandt 3, 9, 64.  
 Braßler 635.  
 Brefeld u. Falk 183, 196.  
 Bremer 193, 203, 222, 333, 429, 574, 609, 610, 612, 613, 614, 621, 623.  
 Brenner u. Kaufmann 222.  
 Brenner 187, 199.  
 Bresslau 337.  
 Britton 222.  
 Britton, Jones 187, 196.  
 Brooks 199.  
 Brouwer 620.  
 Brown u. Jamieson 186, 199.  
 Brückner 582.  
 Buchner 240, 243, 333.  
 Buddenbrock 501, 508, 555.  
 Bücher 499, 524, 526, 537, 556, 557.  
 Bürger 626.  
 Büsgen 190, 203.  
 Bütschli 424.  
 Burger 187, 199.  
 Burgdorf 623.  
 Burgwitz 199.

Burill 184, 187, 196, 199.  
 Burke 429.  
 Burmeister 3  
 Butler 186, 196, 203, 622.  
 Butler u. Hafiz Khan 186,  
 196.  
 Butovitsch, von 178, 207, 429.

## C.

Caesar 194, 195.  
 Cajander 272, 333.  
 Caldis 183, 196.  
 Carnoy 337, 338.  
 Carsner 193, 203.  
 Carsner u. Stahl 203.  
 Chapman 403, 425, 621.  
 Chapuis 357.  
 Chardon u. Veve 193, 203.  
 Chemische Fabrik Schleich  
 222.  
 Cholodkowsky 3, 8, 9, 64,  
 572, 623.  
 Chrzanowski 595, 625  
 Ciopkalo 222.  
 Claus 222, 344, 424.  
 Clausen 136, 621.  
 Clément 307, 326, 333  
 Clinton 183, 184, 196.  
 Cobb 185, 196.  
 Cohn 625.  
 Collins 186.  
 Connecticut 222.  
 Conrad 429  
 Cook 193, 203.  
 Cotes 444, 447, 527.  
 Cotton u. Roark 222.  
 Craighead 186, 196, 275,  
 332, 333.  
 Craigie 184, 196.  
 Crystal 429.  
 Crystal and Myers 429.  
 Cunningham 187, 196.  
 Curry 6.

## D.

Dade 184, 196  
 Dahl 219, 222, 434.  
 Dalla Torre 333  
 Dampf 222, 429.  
 De Barry 184.  
 Deckert 222, 637.  
 Dederer 4, 9, 64.  
 Deegener 64, 233, 236.  
 De Geer 3.  
 Demandt 343, 345, 424.  
 Demarest, Leonard, Mor-  
 timer 222.  
 Demina u. Nikolsky 177.  
 Depdolla 12, 64.  
 Deutscher Pflanzenschutz-  
 dienst 429.  
 De Yong 606, 626.  
 Dickens 192, 193.

Dickson 203.  
 Dingler 157, 222, 622.  
 Dix 626.  
 D. L. G. 606, 620.  
 Doolittle 203.  
 Doolittle, Jones 192, 203.  
 Doolittle u. Mitarbeiter 191.  
 Doolittle u. Walker 189, 203.  
 Dotterweich 429.  
 Doncaster 4, 64.  
 Driggers Byrley 222.  
 Ducloux 187, 196.  
 Dufrénoy 195.

## E

Ebermayer 270.  
 Eckstein, K. 6, 48, 64, 222,  
 425.  
 Edgerton 186, 199.  
 Efflatoun Bey 83.  
 Eggers 218, 222, 384, 425.  
 Eichhoff 357, 359, 370, 383,  
 386, 388, 396, 400, 403,  
 404, 405, 420, 425.  
 Eidmann 1, 47, 64, 217, 222,  
 429, 640, 643, 652.  
 Eidmann u. Berwig 222.  
 Ellinger 624.  
 Ellinger, Tage u. Sachtleben  
 222.  
 Elliott 192, 203.  
 Elliot u. Morley 294, 301.  
 Elmer 203  
 Elze 192, 203.  
 Emden, van 429.  
 Engelbrecht 572, 589, 599,  
 600, 601, 621.  
 Enslin 430.  
 Emerson 222  
 Erné 300.  
 Escherich 64, 148, 155, 217,  
 222, 251, 288, 309, 319,  
 322, 323, 333, 334, 341,  
 342, 347, 385, 402, 421,  
 422, 424, 425, 622, 652.  
 Esmarch 606, 626.  
 Ext 203.

## F.

Fabre 642.  
 Fabricius 220.  
 Faes 223.  
 Fahringer 287, 288, 289,  
 290, 326, 334.  
 Falk 183, 196.  
 Fallada 572, 617.  
 Farbotko 430.  
 Faulwetter 186, 199.  
 Federley 218, 430.  
 Fellingner 594.  
 Fernow 203.  
 Ferrari 358, 425.  
 Fischer 430.

Fiske 300.  
 Fitch 560.  
 Flaas 430.  
 Flos 430.  
 Forbes 181, 199.  
 Fraenkel 435, 437, 438, 456,  
 461, 539.  
 França 190, 201.  
 Francé 273, 334.  
 Franchini 201.  
 Frank 589, 596, 597, 599,  
 617, 625, 626.  
 Freiling 32, 34, 35, 64.  
 Freemann 183, 196.  
 Frew 590, 594, 595, 597, 625.  
 Frickhinger 223, 430, 624,  
 640.  
 Friederichs 572, 623.  
 Frisch, v. 234, 334, 430.  
 Fuchs 348, 350, 351, 358,  
 370, 384, 385, 387, 388,  
 390, 392, 418, 424, 425.  
 Fulmek 430.  
 Fulton 185, 186, 196.  
 Funk 431.

## G.

Gabritschevsky 223.  
 Gaede 434.  
 Gangelbauer 334.  
 Garber 80.  
 Gardner 194, 195  
 Gasow 223.  
 Geinitz 223.  
 Geißler 620.  
 Gemmil 599, 600, 606, 625.  
 Gerard 185, 197.  
 Geßner 430  
 Geyer 583, 585, 624.  
 Glaser 621.  
 Gloyer u. Fulton 197.  
 Goesch 223.  
 Gösele 620.  
 Goetsch 430.  
 Götze 599, 626.  
 Goldmidt 4, 64.  
 Goldworthy 187, 199.  
 Golov Janko 207, 213.  
 Gontscharoffs 172, 175.  
 Gossard 184, 199.  
 Gossard u. Walton 199.  
 Gough 445, 449, 516, 524,  
 526, 557.  
 Graber 3.  
 Graefe 138  
 Graham 262, 263, 334.  
 Graham and Bauhofer 430  
 Gram, Jorgensen og Rostrup  
 430.  
 Grasowsky 438.  
 Gravatt u. Marshall 183, 197.  
 Gravatt u. Posey 197.  
 Green 80.

Greese 223.  
 Griffiths 223.  
 Grimm 595, 597, 624, 625.  
 Gross 64, 345, 424.  
 Grossenbacher u. Duggar 188, 197.  
 Grosser 617.  
 Grünberg 4, 9, 64.  
 Guénaux 572, 623.  
 Günther 628.  
 Gussew 430.  
 Guttfeld 67.  
 Gyllenhal 358.

## H.

Hagen 15, 64.  
 Hall 80, 93, 94, 136  
 Hamburg 223.  
 Handschin 216.  
 Hann 134, 334.  
 Harnisch 337, 338, 347, 353, 424.  
 Hartig 147, 148.  
 Hartzell 430, 621.  
 Hase 223, 273, 334, 430.  
 Hatzelhoff 223, 430, 431.  
 Haupt 334.  
 Hauser 233  
 Hawkins 430.  
 Heald 186, 187, 197, 200.  
 Heald u. Gardner 197.  
 Heatlle 223.  
 Hecht 223, 431.  
 Hedlund 599.  
 Heer 560, 562.  
 Hellmann 574, 578, 583, 587, 589, 620.  
 Hendel 218, 219, 222, 223.  
 Hendschel 370, 384, 385, 421, 422, 426.  
 Henking 4, 64.  
 Hennings 389, 401, 404, 405, 417, 425, 426, 427.  
 Herald 431.  
 Hering 64.  
 Herold 3, 64.  
 Heiter 490, 498.  
 Heß-Beck 392, 402, 421, 423, 426, 431  
 Heyer 360  
 Heymons 64, 343, 345, 424, 572.  
 Heymons u. Lengerken 431, 623.  
 Heymons, Lengerken, Bayer 645.  
 Hilgardia 223.  
 Hiltner 617.  
 Hirsch 220  
 Hodson 186, 197.  
 Hofer 617.  
 Hoffmann 64.  
 Hollrung 617, 623.

Holmes 190, 201.  
 Honcamp 616.  
 Hood 431.  
 Hopkins 275, 334.  
 Horn 223, 431.  
 Horne u. Mitarbeiter 189.  
 Horne, Parker u. Daines 200.  
 Hotson 184, 200.  
 Howard 223.  
 Hukkinen 572, 623  
 Hutson, Ray 223.  
 Hyslop 622.

## I.

Iljinsky 431.  
 Iljinsky u. Greese 224.  
 Imms 424.  
 Inomata 224.  
 Insecta Matsumurana 431.  
 International Committee 224.  
 Istvánffi 197.

## J.

Jablonowski 64, 572, 623.  
 Jackson 3, 64.  
 Jakubjuk 208.  
 Janisch 224, 621, 623.  
 Janke-Zickes 334.  
 Japan 224.  
 Jensen 183, 197.  
 Jeschikov 431  
 Jogger 193, 203, 204  
 Johannsen 395, 402.  
 Johnson 183, 197, 204.  
 Johnston 200, 437, 446, 448, 528, 529, 557.  
 Johnston u. Hitchcock 185, 200.  
 Jones 187, 200, 622.  
 Jones, Giddings u. Lutman 184, 197.  
 Jordan 19, 64, 501.  
 Jorgensen, Thomsen 224.  
 Jucht 145, 152.  
 Judeich 251.  
 Judeich - Nietzsche 145, 147, 386, 420, 422, 426, 588.  
 Junger 624.  
 Jungner 577, 578, 579, 580, 582, 607, 609, 618, 620, 624.  
 Jurinsky 208.

## K.

Kalandadze 138, 151, 431.  
 Kalshoven 431.  
 Kamner 431.  
 Karl 219, 222.  
 Kaufmann 224, 431.  
 Kazanskij 209.  
 Kenner 572, 623.  
 Kern 210.  
 Kestner 222.

Keuchenius 424.  
 Kevdin 400.  
 Kieffer 122.  
 King 446, 447, 526, 557.  
 Kirby 301.  
 Kirchner 618.  
 Kirkpatrick 440.  
 Klatt 621.  
 Klauw, van der 431.  
 Klebahn 183, 197.  
 Kleine 158, 385, 426, 572, 574, 590, 591, 598, 599, 601, 602, 603, 606, 607, 621, 622, 623, 625, 626, 627.  
 Klimesch 431.  
 Knoche 322, 361, 403, 404, 405, 426.  
 Koch 405, 426.  
 Koehler 540.  
 Köppen 384, 385, 420, 426.  
 Kolbe 239.  
 Kolmodin 370, 387, 388, 424, 426.  
 Kolossov 214.  
 Kolster 137, 138, 146, 147, 148, 150, 151.  
 Kono 224.  
 Kopp 204, 588, 590, 592, 594, 595, 596, 597, 625.  
 Korff 624.  
 Korschelt 3, 4, 64, 65, 344, 345, 425.  
 Korschelt u. Heider 65.  
 Kossobuzkij 431.  
 Kotthoff 588, 625.  
 Kovačević-Zeljko 224.  
 Kozhantschikov 224.  
 Kraatz 572, 623.  
 Krancher 637.  
 Krauß 224.  
 Kriche 620.  
 Krogh 508, 555.  
 Kühn 540  
 Kunckel d'Herculais 414, 516, 536, 557.  
 Kuhl 224, 319, 334.  
 Kuhn 637.  
 Kunkel 193, 204.  
 Kuntze 224.  
 Kuntze u. Poluszynski 431.  
 Kusnezow 209.  
 Kuwana, Inokichi 224.

## L

Lacaze-Duthiers 3, 7, 65.  
 Lafont 190, 202.  
 Laing 80, 145.  
 Laillement 526.  
 Larsen 188, 197.  
 Laubert 220.  
 Lautenbach 622.  
 Lauterborn 224, 431.

la valette St. George 4, 66.  
 Laycock 187, 197.  
 Leach 189, 200.  
 Lebour 624.  
 Lécaillon 65.  
 Leclercq 627.  
 Ledebor 193, 204.  
 Lee u. Jannings 200.  
 Leiningen-Westerburg 334.  
 Lengerken 224, 572, 639.  
 Lespès 233.  
 Leuchs 624.  
 Lewton Brain 185, 197.  
 Leydig 3, 4, 29, 65.  
 Lind 192, 204.  
 Lindemann 252, 348, 349,  
 350, 351, 358, 398, 425,  
 426.  
 Lindinger 223, 224, 618.  
 Linné 220, 358.  
 Löb 539.  
 Loman 222.  
 Loos 224.  
 Lovendal 358, 421, 423, 426.  
 Lundblad u. Tullgren 623.

## M.

Maag 431.  
 Maceira 384.  
 Machal 224.  
 Mattes 225.  
 Magne, Bruce 224.  
 Magnes 438.  
 Magnus 183, 197.  
 Mahdihassan 224.  
 Maidl 326.  
 Maine 432.  
 Malenotti 224.  
 Malpighi 2, 6, 13, 17, 65.  
 Mangin u. Vialla 80, 136.  
 Manus 187, 197, 200.  
 Marchall 598, 599, 627.  
 Marcovitsch 224.  
 Marcu Orest 432.  
 Marcus 219, 222, 645.  
 Marshall 4, 13, 65, 136, 224,  
 294, 334.  
 Marlatt 561.  
 Martin 188, 197.  
 Martini 219, 224, 225.  
 Marzinowsky 170.  
 Maslakovetz u. Sch. 214.  
 Masi 132.  
 Massee 187, 197, 204.  
 Massee u. Mitarbeiter 193.  
 Matsumura 224.  
 Mattes 632, 634.  
 Mattfeld 621.  
 Matz 193, 204.  
 Mc. Clintock u. Smith 191, 204.  
 Mc. Kay u. Dygstra 204.  
 Mc. Kay u. Pool 184, 197.  
 Mc. Kimev 204.

Mc. Larty 192, 204.  
 Mehner 225.  
 Meier, A. 384, 385, 426.  
 Meinecke 225.  
 Meisenheimer 4, 9, 13, 65.  
 Melichar 577, 624.  
 Menozzi 83.  
 Menzel 225, 432.  
 Mercet 132.  
 Mercier 185, 197.  
 Morkenschlager 432.  
 Merrell 200.  
 Mesnil 202.  
 Metcalf 186, 197.  
 Metcalf u. Collins 197.  
 Meunier 487.  
 Mexiko 225, 432.  
 Meyer, P. 611, 621.  
 Michailov-Senkevitch 210.  
 Mikroskopie für Naturkunde  
 432.  
 Miczynski 625.  
 Miestinger 625.  
 Migone 190, 202.  
 Mississippi 225, 432.  
 Möller 620.  
 Mokrzecki 432.  
 Mollison 65, 345, 425.  
 Molz 225, 599, 607, 627.  
 Montana 432.  
 Montana Insect Pests 432.  
 Mordvilko 225, 432.  
 Morris 598, 627.  
 Morse 197.  
 Morstatt 432, 614, 618, 622.  
 Morton 96.  
 Müller, K. 432, 612, 622.  
 Münch 280, 334.  
 Munckelt 625.  
 Murill 185, 198.  
 Murphy 192, 204.  
 Murphy u. Mc. Kay 204.

## N.

Nagel 225.  
 Naturforscher, Der 432.  
 Necheles 455.  
 Negor 148.  
 Neiva 225, 632.  
 Nelson 192, 193, 204.  
 Neufeld 622.  
 New Jersey 225.  
 Newton 451.  
 Nictinsky 177.  
 Nieschulz 202.  
 Nördlinger 358, 384, 385,  
 426.  
 Novell 187, 198.  
 Nowiki 588, 590, 594, 595,  
 598, 626.  
 Nüßlin 251, 337, 338, 340,  
 341, 342, 348, 350, 351,  
 353, 354, 357, 387, 388,  
 390, 392, 393, 404, 424,  
 425, 426.  
 Nüßlin-Rhumler 368, 421,  
 423, 426.

## O.

Ocfemia 193, 204.  
 Oganow 171.  
 Ogejevskij 212.  
 Ogilvie 204.  
 Ohlemann 251.  
 Ohlers 432.  
 Okamoto u. Takahashi 225.  
 Olitski 204.  
 Orest 644.  
 Orton u. Adams 187, 200.

## P.

Paine u. Lacey 187, 200.  
 Paoli 225.  
 Pape 403.  
 Pariser 136.  
 Parrot, Cloyer u. Fulton 198.  
 Parrot u. Fulton 198.  
 Passon 624.  
 Patch 432.  
 Pauly 251, 252, 334, 370,  
 372, 404, 405, 426.  
 Pavlovsky u. Stein 211.  
 Pax u. Arndt 218, 225.  
 Payne 621.  
 Perris 357.  
 Peter 618.  
 Petersen 3, 8, 9, 13, 14, 15,  
 16, 25, 58, 59, 60, 65.  
 Petherbridge 598, 599, 603,  
 627.  
 Pethybridge u. Lafferty 184.  
 Pethybridge, Lafferty und  
 Rhynehart 198.  
 Petri 187, 189, 200.  
 Petrunkevitch 166.  
 Peytroureaux 3, 65.  
 Pfrogner 618.  
 Phipps 432.  
 Pierce 65.  
 Piwowaroff 211.  
 Plakidas 193, 204.  
 Polen 225.  
 Poloshenzeff u. Ochljabinina  
 211.  
 Pomeranzeff 211.  
 Pospelov 527, 535.  
 Poutiers 83, 95, 136.  
 Prell 13, 38, 65, 528, 563.  
 Preti 186, 198.  
 Pringsheim 611.  
 Prinz 69, 136.  
 Prochnow 621.  
 Prossow 432.  
 Provanher 300.  
 Prüffer 432.  
 Pustet 225.

## Q.

Quanjer 187, 192, 198, 205.

## R.

Raciecka 226.  
 Ramann 621.  
 Rand 188, 195, 200.  
 Rand u. Cash 187, 200.  
 Rand u. Enlows 200.  
 Rand u. Mitarbeiter 188.  
 Rand u. Pieros 182, 195.  
 Rankin 186, 198.  
 Ratzeburg 147, 294, 300,  
 307, 321, 322, 357, 358,  
 359, 384, 385, 386, 388,  
 392, 403, 420, 426.  
 Rawitsch-Schtscherbo 172.  
 Réaumur 3, 6, 8, 65.  
 Redtenbacher 358, 427.  
 Reed 184, 200.  
 Reh 226, 585, 618, 625.  
 Reich 435.  
 Reinhold 432.  
 Reissig 226.  
 Reitter 334, 357, 358, 427,  
 637.  
 Remer 618.  
 Rettich 226, 432, 433.  
 Reuter 618.  
 Rhind 187, 198.  
 Rhumbler 137, 226, 336,  
 405, 419, 652.  
 Riley 561.  
 Rimpär 226.  
 Rimsky-Korsakoff 212.  
 Ripper 433.  
 Ritzema Bos 187, 198, 386,  
 427.  
 Roark 226, 433.  
 Roark u. Cotton 226.  
 Robbins 192, 205.  
 Rodionov 212.  
 Roepke 4, 9, 13, 29, 65.  
 Rörig 433, 579, 583, 599,  
 624, 625, 627.  
 Rösch 226.  
 Rolle 226.  
 Rondani 333.  
 Root 184, 200.  
 Rostrop 433.  
 Rostrop 599, 600, 603, 606,  
 627.  
 Roubaud 527.  
 Rubner 269, 270, 278, 334,  
 508, 556.  
 Rudnew 226.  
 Ruhland 65.  
 Rudolfs 226.  
 Russel 187, 200.  
 Russkoff 226.  
 Ruzicka 433.

## S.

Saalas 272, 323, 334, 644.  
 Sabatier 65.  
 Sachtleben 65, 624.  
 Saling 337, 338, 425.  
 Samophal 212.  
 Sappok 595, 596, 597, 626.  
 Sasaki, Chujiro 433.  
 Sato 224.  
 Sawyer 438.  
 Schander 618, 627.  
 Schedl 334.  
 Schenkel 222.  
 Scherer 137.  
 Schewjrenv 399, 400, 401,  
 403, 417, 418, 427.  
 Schilder, A. u. Schilder, M.  
 221, 226.  
 Schilling, von 226.  
 Schimitschek 226, 229, 334,  
 433, 635.  
 Schindler 334.  
 Schiner 587, 526.  
 Schiporovitsch 213.  
 Schirach 583, 584, 586, 625.  
 Schmidt-Kreyern 148.  
 Schmidt, M. 221, 433.  
 Schmiedeknecht 299, 300,  
 301, 307, 331, 334, 625.  
 Schmitt 635, 637.  
 Schnauer 565.  
 Schneider 4, 9, 29, 37, 52,  
 65, 321.  
 Schneider-Orelli 189, 198.  
 Schönberg 622.  
 Schoenichen 432.  
 Schorochov 214.  
 Schraffer 572, 612.  
 Schrepfer 621.  
 Schröder, C. R. 216, 226,  
 334, 355.  
 Schröder L. 425, 433, 618,  
 619.  
 Schubert 269, 270, 334.  
 Schütze 226.  
 Schulte zur Oven 600, 627.  
 Schultz, Folsom, Hildebrand  
 u. Hawkins 205.  
 Schulze, P. 218.  
 Schulz u. Folsom 192.  
 Schuster 220, 433.  
 Schwabe 610.  
 Schwartz 433, 614, 622, 625.  
 Schwardtfeger 335, 427.  
 Scott u. Ayers 198.  
 Scott u. Queintance 198.  
 Sebenzow 177.  
 Segal 435, 438.  
 Seiler 3, 65.  
 Seitner 231, 285, 298, 318,  
 322, 334, 336, 359, 361,  
 369, 387, 417, 418, 424,  
 427, 433.

Seitz 65.

Severin 193, 205, 226.  
 Shepherd 193, 205, 438.  
 Shinoda 226.  
 Siemaszko Janina i Wincenty  
 227.  
 Simmel 419, 427.  
 Sitowski 152.  
 Sklenar 635, 637.  
 Smith, C. E. 192, 205.  
 Smith, C. O. 201.  
 Smith, E. F. 181, 184, 188,  
 189, 200.  
 Smith, F. T. 205.  
 Smith, G. B. 559.  
 Smith, K. M. 190, 192, 205.  
 Smith, R. E., Smith, C. O.,  
 u. Ramsey 185, 201.  
 Smith, von 69, 187.  
 Smith von de Barry 181.  
 Smith, von, u. Armitage 83,  
 96, 132, 136.  
 Smith, W. G. 198.  
 Smorodizew u. Adowa 176,  
 177.  
 Smorodizew und Rawitch-  
 Tscherbó 177.  
 Smyth 193, 205.  
 Snell 183, 184, 198.  
 Snowden 186, 201.  
 Sommerseht 621.  
 Sorauer 320, 583, 587, 588,  
 595, 598, 621.  
 Spessivtseff 214, 215, 227,  
 644.  
 Speyer 227, 433.  
 Spieckermann 619.  
 Sprehn 222.  
 Sprengel 15, 36, 37, 65, 227.  
 Stäger 184, 198.  
 Stafilewsky 214.  
 Stahl 193.  
 Stahl u. Carsner 205.  
 Stark 214, 215.  
 Starowerowa 173.  
 Stauden 185, 198.  
 Stehli 588, 626.  
 Stein 339, 342, 343, 425.  
 Steingruber 227.  
 Stellwaag 24, 66, 136, 144,  
 227, 334, 622.  
 Steward 186.  
 Stewart 184, 201.  
 Stewart u. Hodkiss 188, 198.  
 Stewart u. Leonhard 201.  
 Stift 572, 619.  
 Stilantjew 398, 427.  
 Stitz 3, 4, 9, 13, 16, 66.  
 Stober 165, 166.  
 Störmer 619.  
 Störmer u. Kleine 599, 627.  
 Stolp 219.  
 Storey 193, 205.

Storey u. Bottomley 193, 205.  
 Stschelkanovzev 215.  
 Studhalter 186.  
 Studhalter u. Heald 198.  
 Studhalter u. Ruggles 198.  
 Stübinger 227.  
 Sturgis 183, 197.  
 Supan 601.  
 Surinam 227.  
 Swammerdam 2, 6, 66.  
 Szymanski 487.

## T.

Takahashi 227, 433.  
 Takami 193, 205.  
 Tartu 227.  
 Taubenhaus 184, 188, 199,  
 205.  
 Technical and Scientific Ser-  
 vice 433  
 Tederley 428.  
 Tempel 624  
 Tenge-Mrozek-Dahl 222.  
 Theobald 583, 585, 625.  
 Thomann 433.  
 Thomsen 227, 299.  
 Thomson 357.  
 Tichomiroff 66.  
 Tierwelt Deutschlands 434.  
 Titschack 66, 521.  
 Tomeczyk 433.  
 Topi 433.  
 Tower 193, 205.  
 Trägårdh 389, 427, 433.  
 Trappmann 221.  
 Tredl 374, 375, 377, 385,  
 415, 427.  
 Tritschler 595, 626.  
 Tullgren 572, 579, 580, 581,  
 582, 624.  
 Tullgren u. Wahlgren 624.  
 Tunkel 625.  
 Turitzyn 215.  
 Turner 188, 199.

## U.

Uchida 224  
 Urbahn 32, 42, 66.

Urban 323.  
 Uvarov 217, 227, 438, 444,  
 448, 516, 527, 528, 536,  
 557.  
 Uzel 619.

## V.

Van Harreveld 205.  
 Vanin, S., u. Vanin, J. 216.  
 Vater 278.  
 Verhoeff 320, 356, 357, 425.  
 Verson 3.  
 Verson u. Bisson 66.  
 Viefighoff 227, 646.  
 Vitomskij 434.  
 Voelkel 434.  
 Vogel 336, 361, 415, 416,  
 417, 427.  
 Vohland 625  
 Vosseler 444, 447, 516, 524,  
 526, 527, 557.

## W.

Wachs 624.  
 Wachtl 358, 385, 427.  
 Wahl 595, 598, 626, 627.  
 Wahlgren 587, 626.  
 Wahnschaffe-Schucht 576,  
 621.  
 Waite 181, 184, 186, 199,  
 201.  
 Waldeyer 4, 9.  
 Walsh u. Riley 561.  
 Walter 621.  
 Watanabe, Kanji 227.  
 Watzl 601, 621.  
 Weber 227, 434, 573, 574,  
 575, 576, 577, 613, 624  
 Webster 622.  
 Weinland, Das 434.  
 Weise 231, 232, 334.  
 Weiß u. Nielsen 281.  
 Wellenstein 6, 434, 644.  
 Werth 221, 573, 574, 575,  
 578, 583, 589, 599, 615,  
 620, 622.

Weyer 434.  
 Whetzel 184, 187, 199, 201.  
 Whetzel u. Stewart 201.  
 Whitehead 572, 624.  
 Wiedemann 278, 281, 334.  
 Wielowiejski 66, 425.  
 Wiesmann 434.  
 Wilbrink 193, 206.  
 Wilcox u. Smith, F. F. 193,  
 206.  
 Wildermuth 136.  
 Wilke 615, 621, 624.  
 Will 427.  
 Wille 90, 194, 206, 227, 434.  
 Williams 440.  
 Willinsky 597, 626.  
 Wiltshire 187, 199.  
 Wimmer 392, 402, 427.  
 Witschi 218.  
 Wolcott 187, 199.  
 Wolf, F. A. 199, 610.  
 Wolff 145, 147, 222.  
 Wolff u. Krauß 66, 148,  
 402, 427.  
 Woltereck 218.  
 Worthington Smith 181.  
 Wulff 434.

## Z.

Zacher 227, 228, 434, 639.  
 Zander 228.  
 Zeller 193, 199, 206.  
 Zenker 632.  
 Zerny 326  
 Zhicharew 228.  
 Zillig u. Herrschler 221.  
 Zillig u. Nieneyer 434.  
 Zimmermann 228, 619, 626.  
 Ziopalko u. Rudnev 216.  
 Zolk 434.  
 Zoologischer Garten, Der  
 228.  
 Zschokke 619.  
 Zürcher 626.  
 Zweigelt 190, 206, 228, 434.  
 Zweigelt u. Stumm 434.  
 Zwölfer 228, 434, 635, 652.

## Sachregister.

### A.

abnormis L. 132.  
 Acarina 318.  
 Acanthocinus aedilis L. 271, 289, 290, 327, 329.  
 aceris A. 44.  
 Ackerschnecke 583, 624.  
 Acronicta aceris L. 5, 13, 44, 49, 55, 58, 59, 60.  
 adspersa E. 631.  
 Agenia hircana 325.  
 — variegata 325.  
 Aglia tau L. 5, 41, 56, 58, 60.  
 agrestis A. 583.  
 Agriolimax agrestis L. 567, 583.  
 Alfalfaschmetterling 629.  
 amicus S. 96.  
 Anacridium aegyptium 527.  
 Anomalon biguttatum Grav. 145, 298.  
 Anthaxia morio F. 288, 327.  
 Aphodius inquinatus 650.  
 Apis mellifica 635.  
 Aporia crataegi L. 5, 24, 55, 58.  
 Aradidae Dysodiidae 215.  
 Arctia caja 645.  
 Areginal 640.  
 Argyresthia laevigatella 277.  
 Aspigonus contractus Rtz. 309.  
 Atanycolus denigrator L. 287, 310, 313, 327.  
 Atanycolus genalis 288.  
 — initiator Nees 288, 310, 313, 329, 332.  
 — Neesi Marsh. 289, 310, 313, 327.  
 — sculpturatus Thoms. 290, 310, 313, 327.  
 — sp. 291.  
 autographus D. 644.

### B.

bajulus H. 637.  
 Bassus irrigator 303.  
 Bazillus agilis n. sp. 634.  
 — thuringensis 632.  
 Bembex 640.  
 Blastophagus minor Htg. 148, 207, 214.  
 — piniperda L. 148, 207, 214.  
 Blastophaga psenes 183.  
 Blattminenkunde Europas 218.  
 Blitophaga opaca L. 572.

Blitophaga sp. 567, 572.  
 — undata Müll. 572.  
 Brachyderes incanus 646.  
 brachylabris X. 302.  
 Bracon denigrator 287.  
 — flavator 287.  
 Braconidae 287, 327, 329.  
 Bracon initiator 288.  
 — obliteratus 293.  
 — sculpturatus 290.  
 Bupalus piniarius L. 5, 50, 55, 137.

### C.

Callidium abdominale 294, 327.  
 — sanguineum L. 301.  
 — variable L. 301.  
 — violacium 298, 327, 329.  
 Camponotus compressus thoracicus For. 83.  
 Campoplegini G. sp. 307, 310, 329.  
 Carphoborus Cholodkovskyi Spess. 645.  
 castaneum T. 232.  
 Cecidomyide spec. inc. 122, 132.  
 Ceroplastes floridensis 80.  
 chalcographus P. 335.  
 Cheimantobia boreata Hb. 178.  
 Cuillocorus bipustulatus 133, 136.  
 Chimabache fagella F. 178.  
 — phryganella H. 180.  
 Chlorops taeniopus Meig. 587.  
 — pumilionis Bjerk. 587.  
 Chlorospiza notata 648.  
 Chortophila cilicrura Rond. 536.  
 Cicadula sexnotata 193.  
 cilicrura Ch. 536.  
 Cimex femorata 646.  
 Clerus formicarius L. 323, 328, 329.  
 Clistopyga sauberi Brauns 301, 310, 327.  
 coarctata H. 598.  
 Coeloides initiator 288.  
 — Neesi 289.  
 — sculpturatus 290.  
 Coleophora laticella 277.  
 Coleoptera 323, 328, 329.  
 Colias lesbia F. 629.  
 collaris X. 304.  
 Cosmotriche potatoria L. 38.  
 Crabro leukostoma 641.



Crabro cavifrons Thoms. 641.  
 — quadricinctus Fabr. 641.  
 crassicornis I. 322.  
 crataegi A. 24.  
 Crematogaster inermis Mayr. 83.  
 Criocephalus rusticus L. 290, 327.  
 Criomorphus Muls. 232.  
 Cryptoblabes gnidiella 118.  
 Cryptocentrum lineolatum 301.  
 Cryptolaemus montrouzieri Muls. 83, 135.  
 Crypturgus 208.  
 Curinus zonatus Muls. 90.  
 Cyphogeres 635.  
 Cytilus sericeus 647.

## D.

Dasychira pudibunda L. 5, 30, 56, 178.  
 Daucus oleae 189.  
 Deilephila euphorbiae L. 4, 29, 52, 168.  
 Dendroctonus micans 357.  
 Dendrolimus pini L. 5, 39, 56, 58.  
 — sibiricus 208.  
 denigrator A. 287.  
 Dermestes lardarius 635  
 destructor N. 640.  
 Deuteraenia hircana F. 325, 330.  
 Diabrotica duodecimpunctata 188.  
 — vittata 188.  
 Dicranura vinula L. 3, 5, 29, 56, 60.  
 Diptera 323, 328, 329.  
 — nematocera inc. 136.  
 dispar B. 360.  
 Dixippus morosus 168.  
 Doryctes obliteratus Nees 293, 310, 313, 327.  
 Dryocoetes autographus Rtz. 644.  
 Dryocopus martius L. 323.  
 dryographus B. 360.  
 dux E. 333.

## E.

Eccoptogaster scolytus 359.  
 Einzelreferate 216.  
 Ephialtes dux Tschek. 333.  
 — mesocentrus Grav. 3:2, 333.  
 — planifrons Thoms. 298, 310, 329, 333.  
 — Rex. 332  
 Epicauta adspersa Klug. 631.  
 Euproctis crysorrhoea L. 211.  
 Euryophthalmus convivus 187.

## F.

fagella Ch. 178.  
 Flit 640.  
 Forficula auricularia L. 319, 328, 329.  
 Formica rufa 648.  
 fuscum T. 229.

## G.

Gabrieli T. 229.  
 Getreideblumenfliege 598, 626.  
 Gibbium psylloides Czemp. 639.  
 glabratus H. 644.

Glomerella cingulata 184.  
 Gonopteryx rhamni L. 58.  
 gregaria Sch. 435.  
 Gen.? sp.? 328, 329.

## H.

Hausbook 637.  
 Helcon aequator 286, 294, 300, 310, 313, 327.  
 Hemileuca maja Dr. 4.  
 hircana D. 325.  
 Hylastes glabratus Zett. 404.  
 Hylemyia coarctata Fall. 567, 598.  
 Hylesinus fraxini 357, 361, 404.  
 — minor 360.  
 — piniperda 361.  
 Hylophila prasinana L. 178.  
 Hylotrupes bajulus 637.  
 Hylurgops glabratus Zell. 644.  
 Hymenoptera 287, 325, 327.  
 Hypera punctata 646.

## I.

Icerya purchasi 80.  
 Ichneumonidae 298, 327, 329.  
 Ichneumon denigrator 287.  
 — inpostor 287.  
 — irrigator 303.  
 — nigritarius Grav. 145.  
 — persuasorius 299.  
 Idia 536.  
 initiator A. 288.  
 Inocellia crassicornis Schummel 322, 329.  
 Ips acuminatus 207, 271.  
 — bidentatus 207.  
 — cembrae 278, 322, 324.  
 — laricis 207.  
 — longicollis 207.  
 — stenographus 404.  
 — suturalis 207.  
 — typographus L. 294, 327, 336, 359, 369, 386.  
 irrigator X. 303.  
 Isarthron Redt. 232.

## J.

Jassus sexnotatus Fall. 567, 577.

## K.

Kiefernspanner 137.  
 Kleine Mitteilungen 628.  
 Kornkäfer 156.

## L.

Leptomastidea abnormis Girault. 132, 136.  
 lesbia C. 629.  
 Leucopis sp. 136.  
 lineata Ch. 588.  
 Locusta migratoria L. 528.  
 Longitarsus parvulus 184.  
 Lophyrus pini 647, 651.

lucidus P. 309.  
 lunata St. 536.  
 Lygus pratensis 181, 191.  
 Lymantria dispar L. 9.  
 — monacha L. 5, 7, 35, 56, 59, 60.

## M.

machaon P. 18.  
 Macropsea appendiculata 650.  
 Macrosiphum tabaci 191.  
 Malachius bipustulatus 328, 329.  
 Mamestra pisi 236.  
 Melolontha hippocastani 564.  
 — melolontha 564, 646.  
 — pectoralis 564.  
 — vulgaris 345, 651.  
 mesocentrus E. 332.  
 Micrococcus ephestiae n. sp. 634.  
 Milben 328, 330.  
 monachi L. 35.  
 Monochamus confusus 300, 327.  
 — scutellator 300, 327.  
 monographus B. 360.  
 montrouzieri C. 83.  
 Musca corvina 648.  
 Myelophilus piniperda 357, 404.  
 Myzus persicae 191.

## N.

napi P. 25, 58.  
 Nematoden 318, 328, 330.  
 Nematoid mettalicus Poda 3, 8, 9.  
 Neotomicus suturalis Gyll. 215.  
 Neue Literatur 221, 428.  
 Neuroptera 320, 328, 329.  
 Noctonecta glauca 649.  
 Nymphopocus destructor Enderl. 640.

## O.

obliteratus D. 293.  
 Ophioninae 307.  
 Ophryocystis mesnili 634.  
 Orthoptera 319, 328, 429.  
 Oryctes nasicornis 240.  
 Osmia rufa 635.

## P.

Panolis piniperda Panz. 5, 47, 56, 58, 59, 60.  
 Panorpa communis L. 213.  
 Papilio machaon L. 5, 18.  
 Paratrechina jägerskiöldi Mayr 83.  
 Paradichlorbenzol 207.  
 Paururus juvenis 300, 327.  
 Pediculoides ventricosus 133, 136.  
 Pemphredon carinatus Thoms. 641.  
 — clypealis Thoms. 641.  
 — lugubris Latr. 641.  
 — montanus Dahlb. 641.  
 Perithous medicator Fabr. 641.  
 Perisia Kellneri 277.  
 persuasoria Rh. 299.

Philosamia cynthia Dr. 4.  
 Phylodromia germanica 345.  
 Phymatodes dimidiatus 301.  
 — pusillus F. 289, 329.  
 — testaceus 212.  
 Phytophthora faberi 184.  
 Pieris brassicae L. 3, 24, 58.  
 Piesma quadrata 194.  
 Pimpla persuasoria 299.  
 Pimplinae 298.  
 pinastri Sph. 26.  
 pini D. 39.  
 pinarius B. 50.  
 piniperda P. 47.  
 Pissodes notatus 294, 327.  
 — piniphilus Hbst. 148.  
 Pityogenes chalcographus L. 335.  
 — Lipperti Hensch. 403.  
 — trepanatus 358.  
 Plagiolepis pallescens Sauts. 83.  
 planifrons E. 298.  
 Plistophora schubergi 635.  
 Plusia gamma L. 6.  
 Poecilonota rutilans L. 290, 327.  
 — variolosa Payk. 289, 327.  
 Pogenius hircanus 325.  
 Pogonochaerus bidentatus 212.  
 Polygraphus poligraphus 270.  
 Polyphylla fullo 207.  
 polyxena Th. 21.  
 Pompilidae 325, 330.  
 Pompilus hircanus 325.  
 — variegatus 325.  
 Potosia cuprea 240.  
 Psammocharidae 325, 330.  
 Pseudococcus citri Risso 67.  
 — vitis 80.  
 Psyche helix Sieb. 9.  
 pyloides G. 639.  
 Ptinus bidens Kiesw. 635.  
 — fur 635, 610.  
 — raptor Str. 635.  
 — tectus Boield 639.  
 pudibunda D. 30.  
 punilionis Ch. 587.  
 Pyraemon austriacus 309.  
 — lucidus 309.  
 — lucidus Clément 309, 310, 313, 327.  
 — xoridiformis Hlgr. 307, 310, 313, 329.  
 — xoridoideus Strobl. 309, 310, 313, 329.

## Q.

quadripunctata X. 645.

## R.

Räuber-Bohrkäfer 635.  
 rapae P. 24, 58.  
 raptor Pt. 635.  
 Retinia resinella 333.  
 Rhagium inquisitor L. 288, 289, 327, 329.  
 — mordax Deg. 288, 327.  
 Rhaphidia angustata 320.

*Rhaphidia crassicornis* 322.

— *media* 320.

— *megacephala* 320.

— *notata* 30, 320, 321.

— *ophtlopsis* 320.

*Rhaphididae* 320, 329.

*Rhopalopus clavipes* 211.

— *macrobus* 211.

*Rhyssa lineolata* Kirby 301.

— *persuasoria* L. 299, 301, 310, 313 327.

Rohstoffe des Tierreiches, Die 218.

*Rubensaskafer* 572, 623.

## S.

*salicis* St. 33.

*Saperda populnea* L. 288, 327, 564

— *punctata* 299, 329.

— *scalaris* L. 301.

*sauberi* Cl. 301.

*Schistocerca gregaria* Forsk. 435

— — *phasis flaviventris* Buism. 528, 529.

— — — *gregaria* Forsk. 528, 529

*Sciropalpus* 300, 327.

*Sesia flaviventris* 289

— *vespiformis* 289, 290, 327.

*sexnotatus* J. 577.

*Sinodenthron cylindricum* 24.

*Sirex cyaneus* 301.

— *gigas* 300, 327.

— *spectrum* 301.

*Smerinthus ocellatus* L. 3.

— *populi* L. 29.

*Sphinx pinastri* L. 5, 26, 56.

*Spondylis buprestoides* 647

*Stephanoderes Hampei* 652.

*Stilpnotia salicis* L. 5, 33, 56, 320.

*Stomatorrhina lunata* F. 536.

*Streptococcen* 328, 330.

*Sylpha obscura* 572.

*Sylva* 645.

*Symphorobius amicus* 89, 96, 135.

— *fallax* Nav. 96.

## T.

*taeniopus* Ch. 587.

*Tapherorhynchus villifrons* Duf. 384.

*tau* A. 41.

*tectus* Pt. 639.

*Tenthrediniden* 213.

*Tetramorium piceum* Em. 88.

*Tetropium castanum* 240, 289, 294, 298,

307, 327, 329.

— *fuscum* F. 229, 288, 327.

— *Gabrieli* Weise 229, 290, 291, 329.

— *Kirby* 232.

*Thais polyxena* Schiff. 5, 21, 56.

*Thelohania ephestiae* 632.

*Tomicus sexdentatus* Born. 401.

*Tortrix buoliana* 320.

— *viridana* 215, 645.

*Trypophloeus alni* Lnd. 398.

## V.

*Vanessa urticae* L. 2, 4, 9.

*vinula* D. 29.

*Vipio denigrator* 287.

— *sculpturatus* 290.

## W.

Weizenhalmfliege 587, 625.

## X.

*Xeris spectrum* 300, 327

*Xorides collaris* Grav. 304, 310, 313, 327, 329.

*xoridiformis* P. 307.

*xoridoideus* P. 309.

*Xyleborus pyri* 189.

*Xylodrepa quadripunctata* L. 645.

*Xylonomus ater* 307.

— *brachylabris* 297, 302, 310, 313, 327, 329.

— *irrigator* F. 303, 305, 310, 313, 327.

— *sp.* 301, 310, 313, 329.

## Z.

*Zwergzikade* 577, 624.





**I. A. R. I. 75.**

IMPERIAL AGRICULTURAL RESEARCH  
INSTITUTE LIBRARY  
NEW DELHI.

[illegible]